



## **Universidad Estatal de Cuenca.**



**Facultad de Ciencias Químicas.**

**Escuela de Ingeniería Ambiental.**

### **Tema:**

**“Elaboración de un Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón.”**

**Trabajo de investigación  
previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Ambiental.**

### **Autor:**

**Francisco Javier Merchán Guillén.**

### **Director:**

**Ing. Juan José Vázquez Guillén.**

**Cuenca-Ecuador.**

**2015**

## Resumen.

Actualmente el adecuado manejo de los residuos sólidos es imprescindible para cualquier industria, ya que de este depende para llevar un apropiado sistema de control para estos residuos en todos sus procesos, evitando problemáticas al ambiente y a la salud humana.

El presente proyecto pretende inicialmente detallar las actividades que se desarrollan en todas las fases de la minería de lastre en la comunidad Ayaloma, con el fin de identificar los desechos sólidos que se originan al momento de realizar las actividades extractivas en la minería y observar los efectos que se produce en los componentes naturales, posteriormente se realizará un análisis de alternativas que ayuden a prevenir, mitigar los posibles impactos que interactúan con el ambiente.

Para cumplir con la elaboración de un plan de gestión de residuos sólidos se ha determinado que la metodología del estudio, se realizará mediante un monitoreo en la zona involucrada por dichas actividades, para obtener información de los componentes (agua, suelo, aire, paisaje), donde permitan formular respectivas medidas o acciones ambientales para gestionar los residuos sólidos.

Una vez analizadas las distintas alternativas y verificando cuales son las más apropiadas para formularse en la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma, se entregará un documento que permita gestionar de manera integral a los residuos sólidos de esta actividad, con el fin de establecer medidas correctoras y compensatorias, con el objetivo de que la minería se beneficie al igual que la comunidad involucrada.

Palabras claves: Residuos sólidos, minería de lastre, impactos ambientales, caracterización, plan de gestión.

### **Abstract.**

Currently the proper management of solid waste is essential for any industry, as this depends to carry an appropriate control system for this waste in el processes, avoiding problems to the environment and human health.

This project initially intended to detail the activities that take place in all phases of mining ballast in Ayaloma community. in order to identify solid waste originating at the time of extractive mining activities and observe the effects that occurs in the natural components, can define the area of influence of the project, subsequently will be performed an analysis of alternatives to help prevent, mitigate potential impacts that interact with the environment and the health of workers by these wastes.

To meet the development of a plan of solid waste management has determined the methodology of the study, which was performed by monitoring in the area involved in such activities, for information of the components (water, soil, air, landscape, man), where possible to formulate respective environmental measures or actions to manage solid waste.

Once the alternatives analyzed and checking which are the most appropriate for formulating ballast mining community Ayaloma, a document allowing holistically manage the solid waste of this activity, in order to establish corrective and compensatory measures, with the aim that mining benefits as the community involved.

**Keywords:** Solid waste, ballast mining, environmental impacts, characterization, management plan.

## Índice.

Resumen.....	2
Abstract.....	3
CAPÍTULO 1 .....	11
INTRODUCCIÓN .....	11
1.1    Idea Inicial: .....	11
1.2    Identificación del problema:.....	11
1.3    Justificación:.....	12
1.4    Objetivos .....	12
1.4.1    Objetivo General.....	12
1.4.2    Objetivos Específicos.....	12
1.5    Hipótesis o pregunta de Investigación. ....	13
CAPÍTULO 2 .....	14
MARCO TEORICO.....	14
2.1    Minería a cielo abierto.....	14
2.2    Marco Legal aplicable al Proyecto .....	15
2.2.1    Jerarquía del Ordenamiento Jurídico Ecuatoriano.....	16
2.2.2    Constitución de la República del Ecuador: .....	19
2.2.3    Ley de Gestión Ambiental del Ecuador.....	19
2.2.4    Ley de Minería del Ecuador. ....	20
2.2.5    Plan Nacional del Buen Vivir.....	21
2.2.6    Código de la Salud.....	21
2.2.7    Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) Libro VI De La Calidad Ambiental .....	22
2.3    Bases teóricas:.....	23
2.3.1    Residuos sólidos:.....	23
2.3.2    Generación de residuos sólidos en minerías: .....	23
2.3.3    Caracterización de los residuos sólidos.....	23
2.3.4    Clasificación de residuos sólidos: .....	26
2.3.5    Listado de Desechos Peligrosos.....	29
2.3.6    Impactos Ambientales.....	30
2.3.7    Evaluación e identificación de impactos .....	31
2.3.8    Gestión Integral de residuos sólidos. ....	33
2.3.9    Plan de Gestión para desechos sólidos:.....	35

CAPÍTULO 3 .....	38
IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA DE LASTRE DE AYALOMA .....	38
3.1 Generalidades de la zona de estudio:.....	38
3.3.1 División Política Administrativa del Cantón Nabón: .....	39
3.1.2 Localización de zona de estudio: .....	39
3.1.3 Aspectos Ecológicos:.....	41
3.2 Procesos de la actividad minera de lastre de la comunidad de Ayaloma: .....	43
3.3 Identificación de las áreas de generación de residuos sólidos en los procesos de la minería: .....	45
3.4 Volumen de residuos sólidos en la mina de Ayaloma .....	46
3.5 Caracterización de los residuos sólidos: .....	47
3.5.1 Metodología: .....	47
3.5.2 Determinación del pH: .....	53
3.5.3 Determinación del contenido de materia orgánica: .....	54
3.5.4 Determinación de la Textura: .....	56
3.5.5 Determinación de las propiedades Químicas: .....	59
3.6 Identificación y Valoración de impactos generados por los desechos sólidos:.....	61
3.6.1 Matriz de Interacciones:.....	61
3.6.2 Matriz de Leopold: .....	64
3.6.3 Jerarquización de Impactos: .....	67
CAPÍTULO 4 .....	77
PLAN DE GESTIÓN:.....	77
4.1 Política: .....	77
4.2 Objetivo del Plan: .....	77
4.3 Alcance del Plan: .....	78
4.4 Términos y Definiciones: .....	78
4.5 Responsabilidad y Comunicación: .....	80
4.5.1 <i>Coordinador General del Plan de Gestión de desechos sólidos:</i> .....	80
4.5.2 <i>Jefe de Operaciones o Técnico:</i> .....	81
4.5.3 <i>Obrero:</i> .....	81
4.5.4 Comunicación Interna y Externa .....	82
4.6 Medición Análisis y Mejora: .....	82
4.7 Procedimientos: .....	82



CAPÍTULO 5 .....	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	102
5.1 Conclusiones:.....	102
5.2 Recomendaciones: .....	103
Bibliografía: .....	105
Anexos: .....	108

### Índice de Tablas:

<b>Tabla 1: Clasificación de Residuos sólidos respecto a su manejo .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 2: Listado de desechos peligrosos de acuerdo a nuestro estudio ..</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 3: Localización de la zona de estudio con sus respectivas coordenada y distancia de las comunidades y quebrada con respecto a la mina.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 4: Determinación del volumen de los residuos sólidos de la mina .</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 5: Determinación del peso en kg de las muestras de los residuos sólidos de la minería realizada en cada inspección .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 6: Determinación de la altura en cm de las muestras de los residuos sólidos de la minería realizada en cada inspección .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 7: Determinación del peso en kg y su porcentaje de cada componente de las 3 inspecciones realizadas en los residuos sólidos de la minería .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 8: Determinación del pH.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 9: Peso de las muestras para la determinación de la materia orgánica por el método de Oxidación con agua destilada.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 10: Determinación de medidas de arena, limo, arcilla de los residuos sólidos de la minería.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 11: Determinación del análisis químico de la muestra de los residuos sólidos de la minería.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 12: Criterios de Calidad y Remediación del suelo (Valores Máximos Permisibles) .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 13: Matriz de interacciones de la minería de la comunidad de Ayaloma .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 14: Matriz de Leopold de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 15: Localización de la mina de Ayaloma y la distancia de los puntos de muestreo realizados en la quebrada Manzana Huaico con respecto a la mina, con sus distintas coordenadas.....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 16: Análisis de los puntos de muestreo de la quebrada Manzana Huaico.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 17: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 18: Procedimientos para la Gestión de residuos sólidos para la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma .....</b>	<b>83</b>

### Índice de figuras:

<b>Figura N° 1. Pirámide de Kelsen aplicada en Ecuador .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura N° 2. Ubicación de Nabón en el mapa del Ecuador .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura N° 3: Ubicación de la comunidad de Ayaloma en el mapa del Cantón Nabón .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura N° 4. Localización de la zona de estudio de la mina de Ayaloma .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura N° 5. Diagrama de proceso de las actividades mineras de la comunidad de Ayaloma .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura N° 6. Clasificación de los suelos por su pH.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura N° 7. Triángulo de la textura.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura N° 8. Localización de la mina de Ayaloma y los puntos de muestreo realizados en la quebrada Manzana Huaico.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura N° 9. Organigrama Jerárquico del Sistema de Gestión de los residuos sólidos de la minería de lastre.....</b>	<b>82</b>

### Índice de fotografías:

<b>Fotografía N° 1. Minería a cielo abierto de la comunidad de Ayaloma .....</b>	<b>14</b>
<b>Fotografía N° 2. Proceso de extracción del material de la minería de Ayaloma ...</b>	<b>44</b>
<b>Fotografía N° 3. Áreas de generación de residuos sólidos de la minería de Ayaloma .....</b>	<b>46</b>
<b>Fotografía N° 4. Toma de muestras para la caracterización de los residuos sólidos de la minería de lastre .....</b>	<b>48</b>
<b>Fotografía N° 5. Determinación del volumen de las muestras de los residuos sólidos de la minería .....</b>	<b>50</b>
<b>Fotografía N° 6. Cuarteos de las muestras de residuos sólidos de la minería.....</b>	<b>50</b>
<b>Fotografía N° 7. Muestra final de residuos sólidos de la minería de lastre .....</b>	<b>51</b>
<b>Fotografía N° 8. Separación de los componentes de la muestra final de residuos sólidos de la minería .....</b>	<b>51</b>
<b>Fotografía N° 9. Pesaje de cada componente de los residuos sólidos de la minería de lastre realizado en el laboratorio de suelos del tecnológico de la Facultad de Ciencias Químicas .....</b>	<b>53</b>
<b>Fotografía N° 10. Determinación de la materia orgánica de los residuos sólidos de la minería de lastre realizado en el laboratorio de suelos del tecnológico de la Facultad de Ciencias Químicas .....</b>	<b>55</b>
<b>Fotografía N° 11. Determinación de la textura de los residuos sólidos de la minería de lastre realizado en el laboratorio de suelos del tecnológico de la Facultad de Ciencias Químicas .....</b>	<b>57</b>
<b>Fotografía N° 12. Toma de muestras para determinar partículas sedimentables. 68</b>	
<b>Fotografía N° 13. Determinación de partículas sedimentables en los conos Imhoff .....</b>	<b>68</b>
<b>Fotografía N° 14. Toma de muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico de la quebrada Manzana Huaico .....</b>	<b>72</b>
<b>Fotografía N° 15. Toma de medidas del camión de carga de los residuos sólidos de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma .....</b>	<b>91</b>



## CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

---

*Francisco Javier Merchán Guillén*, autor de la tesis "**Elaboración de un Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi Título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

Cuenca, 19 de mayo de 2015

  
Francisco Javier Merchán Guillén.

C.I: 0104932835

## CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

Francisco Javier Merchán Guillén, autor de la tesis "**Elaboración de un Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 19 de mayo de 2015



---

Francisco Javier Merchán Guillén  
C.I: 0104932835

## CAPÍTULO 1

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Idea Inicial:

Las minerías de lastre ocasionan problemas potenciales al ambiente (flora, fauna, suelo, aire, agua) debido a las explotaciones características de este sector minero donde se remueve el suelo para la extracción y obtención de los minerales, generando considerables cantidades de residuos sólidos, que no tienen un previo manejo y ocasionan diversos efectos negativos a los componentes físicos, biológicos, culturales y humanos.

#### 1.2 Identificación del problema:

Los residuos sólidos generados en yacimientos mineros traen consigo varios inconvenientes de carácter ambiental y social, en lo que se refiere a un inadecuado almacenamiento, tratamiento y disposición final. Debido que al extraer el material, los residuos llegan a colocarse en la intemperie y por la intervención de varios factores físicos como el viento y la lluvia provocan el traslado de estos desechos, acumulándose en la atmósfera y en cuerpos de agua, provocando una alteración a la calidad de estos componentes. (Cuentas Alvarado, 2007)

En lo que se refiere a la flora y fauna también existirá efectos adversos, ya que al realizar las actividades extractivas de la minería se produce residuos sólidos que no tienen una zona previa de tratamiento para los desechos, lo que conlleva a la consecuencia de que estos sean colocados en el medio natural ocasionando una pérdida irreversible de las distintas especies que habitan en el lugar y en su paisaje. (Cuentas Alvarado, 2007)

Debido a varios impactos que ocasiona la generación de residuos sólidos en la minería a cielo abierto, es recomendable realizar una gestión adecuada de estos desechos para obtener un mayor equilibrio entre la naturaleza y el ser humano, reduciendo así los impactos producidos por los residuos sólidos.

### **1.3 Justificación:**

Las actividades mineras como ya se había mencionado generan impactos ambientales, sin embargo es una fuente de obtención de recursos económicos, por lo tanto es necesario extraer estos tipos de minerales como la grava y arena, ya que estas materias primas son fundamentales para la fabricación de productos artesanales y para el mejoramiento de las carreteras que aportan al desarrollo de las comunidades y del Cantón Nabón.

Por eso es indispensable la elaboración de un Plan de Gestión de residuos sólidos que permitirá al sector minero desarrollar metodologías ambientales, que contemplen el cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana vigente, en donde la empresa minera trabaje de una manera amigable con la naturaleza obteniendo una minería responsable, de esta forma permitirá a optimizar el aprovechamiento de los recursos, reduciendo la cantidad de residuos sólidos generados en la industria y así minimizar los impactos que se produce por estas actividades, garantizando la protección al medio ambiente y la salud y seguridad de los trabajadores y pobladores. Por lo tanto, la comunidad de Ayaloma sería la principal beneficiada ya que podrá contar con una calidad de vida adecuada.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General.**

- Elaborar un Plan de Gestión de desechos sólidos en el yacimiento minero a cielo abierto de la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar la legislación ambiental pertinente en relación a la gestión de desechos sólidos que involucre a las actividades mineras en el Ecuador.
- Elaborar un diagrama de las actividades que se desarrollan en todas las fases de la industria minera para definir en qué partes del proceso se producen los desechos sólidos.

- Identificar y evaluar los impactos ambientales positivos y negativos que se presentan por los desechos sólidos generados por la explotación minera.

### **1.5 Hipótesis o pregunta de Investigación.**

Las metodologías expuestas para la elaboración del Plan de Gestión de residuos sólidos para el yacimiento minero de la comunidad de Ayaloma perteneciente al Cantón Nabón permitirán desarrollar procedimientos adecuados para la gestión de los residuos sólidos generados en la minería de lastre, reduciendo los impactos ambientales.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Minería a cielo abierto.

El propósito de la minería a cielo abierto es el aprovechamiento de materias primas (minerales del suelo), a través de la extracción en yacimientos cercanos a la superficie.

Un yacimiento minero es una acumulación de minerales y recursos no renovables que, por su contenido permite una explotación rentable. Este tipo de minería no metálica de superficie presenta menos costos, pero se genera una mayor productividad, requiriendo una menor inversión económica. Por lo tanto se necesita mayor mecanización, seguridad laboral y consideración ambiental **Véase Fotografía. N°1** (Morales Alpízar & Villalta Flórez-Estrada, Guía de Gestión Ambiental para Minería no Metálica, 2009)



**Fotografía N° 1. Minería a cielo abierto de la comunidad de Ayaloma**

Fotografía tomada por: El Autor

Para realizar una extracción exitosa es necesario implementar gestiones que adquieran una minería responsable, y la aplicación de buenas prácticas que están sujetas con el desarrollo de las comunidades. Por lo tanto para las minerías de este tipo se consideran modelos de mejora en lo que se refiere a la gestión, manejo y desempeño ambiental, teniendo en cuenta la naturaleza y condiciones específicas de cada actividad y su entorno, reduciendo los posibles impactos sobre el ambiente y comunidades, estableciendo con el cumplimiento de la normativa vigente. (Velásquez, 2006)

Cabe destacar que estas minas a cielo abierto tiene un impacto ambiental mayor que las subterráneas, porque, existe un aumento de residuos y esto ocasione que la capa superficial natural quede alterada irreversiblemente, produciendo un paisaje inerte. Así mismo, las fuentes de agua aledañas pueden resultar afectados, poniendo en peligro la fauna y flora del lugar, además que se generan partículas en suspensión que llegan acumularse en el aire alterando la composición de este componente, y ocasionando problemas de salud sobre todo respiratorios a los habitantes del lugar. (Fernández Muerza, 2006)

Esta serie de inconvenientes de carácter ambiental y social es ocasionada al incumplimiento de las normas legales y la falta de organización de los organismos encargados del control de esta actividad minera. En la actualidad, la estricta normativa que recae sobre las explotaciones mineras nos indica sobre todo la conservación de los recursos naturales, en donde se debe regular la composición de los vertidos, las emisiones contaminantes o la recuperación del paisaje afectado. Por eso resulta indispensable la aplicación de medidas correctoras que se establecen en la normativa ambiental del Ecuador. (Fernández Muerza, 2006)

## **2.2 Marco Legal aplicable al Proyecto**

Las actividades mineras en el Territorio Ecuatoriano están sujetas a una serie de Leyes, Reglamentos, Decretos Ejecutivos y Acuerdos Ministeriales; con esta política ambiental el Estado Ecuatoriano busca una explotación técnica y amigable con el ambiente. (Ochoa, 2013)

### **2.2.1 Jerarquía del Ordenamiento Jurídico Ecuatoriano**

Para la elaboración de la jerarquización de las Normas Jurídicas Ecuatorianas, fue necesario la revisión bibliográfica del libro del Dr. Miguel Ángel Galarza docente de la Universidad Estatal de Cuenca, donde presenta el tema de Legislación Ambiental del Ecuador. (Galarza Cordero, 2011)

En el Sistema Legislativo Ecuatoriano, se encuentra un importante número de disposiciones de carácter ambiental, para ello es necesario establecer el esquema propuesto por el jurista Hans Kelsen, conocido como la pirámide de Kelseniana **ver figura 1**, que representa de forma gráfica la estructura escalonada del orden jurídico, siendo la que se encuentra en la cúspide la de mayor jerarquía y disminuyendo conforme se acerca a la base de la pirámide, esto indica de manera visual que disposición está supeditada a las que se encuentran sobre ella y cuales dependen de ella. Por lo tanto resulta conveniente detallar los instrumentos legales de carácter ambiental que componen la pirámide Kelseniana.

#### **2.2.1.1 Constitución de la República:**

La constitución es reconocida como la Suprema Ley, Carta Magna, Ley Fundamental, es un sistema de normas, reglas y principios jurídicos universales que rigen la organización y funcionamiento del Estado y de la Sociedad Ecuatoriana.

#### **2.2.1.2 Tratados e Instrumentos Internacionales:**

Los tratados internacionales son instrumentos jurídicos suscritos entre varios países, cuyas disposiciones son de interés común y obligatorio.

#### **2.2.1.3 Leyes Orgánicas y Ordinarias.**

Las Leyes son normas generales de interés común, y serán aprobadas por la Asamblea Nacional



- Leyes Orgánicas: son las que regulan la organización y funcionamiento de las instituciones creadas por la Constitución, además regulan el ejercicio de los derechos constitucionales.
- Leyes Ordinarias: estas son las demás leyes que no podrán modificar ni prevalecer sobre una ley orgánica.

#### **2.2.1.4 Normas Regionales y Ordenanzas Distritales:**

Estas Normas Regionales aun no existen y que en un futuro serán expedidas por los nuevos organismos territoriales del Ecuador.

#### **2.2.1.5 Decretos y Reglamentos:**

Los decretos tienen mayor jerarquía que los reglamentos

##### **2.2.1.5.1 Decretos:**

- Decreto Ley: reconoce la Facultad del Presidente de la Republica de legislar, en este caso, enviando a la Asamblea Nacional proyectos de ley, la misma que, deberá tramitarlo en un plazo de 30 días, caso contrario el Ejecutivo lo promulgará como decreto-ley y ordenara su publicación en el Registro Oficial.
- Decretos Ejecutivos: Son normas emanadas por el Poder Ejecutivo, que con solo la firma del Presidente de la Republica, dicta disposiciones legales.

##### **2.2.1.5.2 Reglamentos:**

Estos son las instrucciones escritas para el régimen de gobierno de una institución o empresa.

#### **2.2.1.6 Ordenanzas**

Son Instrumentos normativos conocidos, discutidos y aprobados por el cuerpo legislativo municipal y provincial

## 2.2.1.7 Acuerdos y Resoluciones:

Los acuerdos ministeriales tienen mayor jerarquía que las resoluciones.

### 2.2.1.7.1 Acuerdos Ministeriales

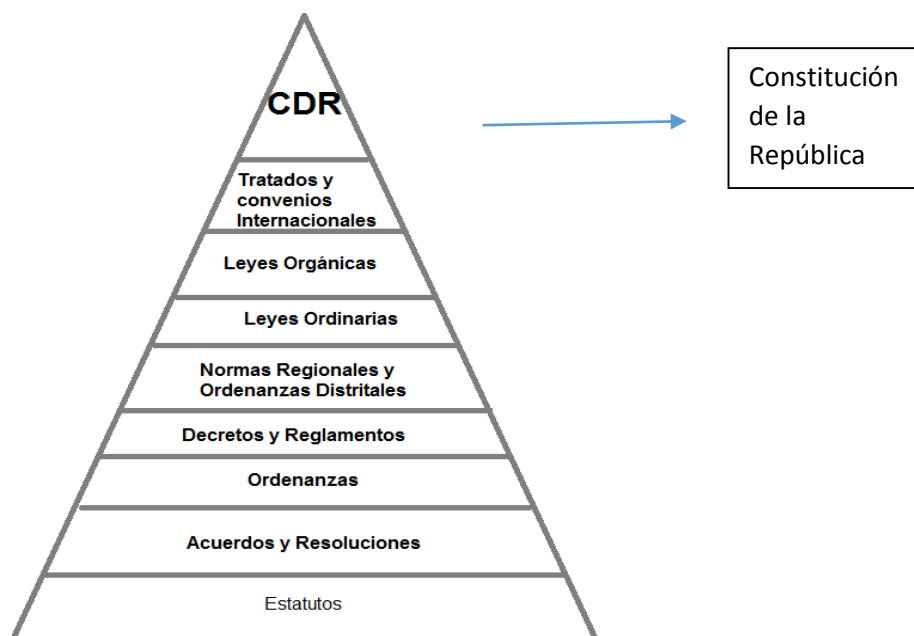
Estas son disposiciones dictadas por los Ministros de Estado en su respectiva materia o ramo.

### 2.2.1.7.2 Resoluciones

Son decisiones, fallos, sentencias dictadas por una autoridad gubernativa o judicial.

## 2.2.1.8 Actos y decisiones de los Poderes Públicos (Estatutos)

El Acto de Autoridad es realizado por la administración pública, y el Acto de Gobierno es el procedente del Poder Ejecutivo. Así mismo tenemos que la Decisión, es la resolución o determinación tomada por la autoridad competente.



**Figura N° 1. Pirámide de Kelsen aplicada en Ecuador**

**Fuente:** (Galarza Cordero, 2011)

**Elaboración:** El Autor

Para el desarrollo responsable de la minería a cielo abierto se debe identificar un marco legal apropiado, que sea capaz de garantizar que los derechos tales como, el del agua, la consulta previa, ambiente sano, derechos de la naturaleza, salud y otros que estén en oposición con la extracción minera y que puedan verse afectados.

### **2.2.2 Constitución de la República del Ecuador:**

El Estado tiene definido el derecho de garantizar la protección del patrimonio natural del país, y reconoce el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, conservando la biodiversidad.

Además garantiza a las comunidades en participar en el uso y conservación de los recursos naturales renovables, y de estar informada sobre los programas de explotación de los recursos no renovables que se encuentren en sus tierras y que afecten al ambiente.

El estado aplicara medidas de precaución para las actividades que puedan llevar a la extinción de especies y alteración al ecosistema como por ejemplo la minería. Señala también que son deberes y responsabilidades de los ecuatorianos en defender los recursos naturales y utilizar estos de una forma sustentable.

Los recursos naturales no renovables y en general los productos del subsuelo, yacimientos minerales son propiedad del Estado, por lo tanto estos podrán ser extraídos con el cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución, y en caso de daños ambientales el Estado participará de forma inmediata para garantizar la salud y la reparación de los ecosistemas, además de la sanción correspondiente, se encuentra especificada en los artículos: 3, 12, 14, 57, 66, 71, 73, 83, 275, 276, 395, 397, 408. **Véase en el Anexo 1**

### **2.2.3 Ley de Gestión Ambiental del Ecuador.**

La gestión ambiental se sujeta a principios de coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías ambientales sustentables,

de igual forma al aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables.

Toda persona tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de mecanismos que se establezcan en el reglamento, y en lo que se refiere a la ley minera, establece que su explotación se deberá acordar a los lineamientos del desarrollo sustentable y de la protección y conservación del medio ambiente, esto se encuentra definidos en los artículos: 2, 6, 28. **Véase en el Anexo 2**

#### **2.2.4 Ley de Minería del Ecuador.**

La Ley de minería del Ecuador establece que se deberá demostrar estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental, para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, donde deben ser aprobados por el Ministerio del Ambiente, con el otorgamiento de la respectiva Licencia Ambiental. Estos estudios deberán contener información acerca de la flora y fauna existentes en la zona y las distintas medidas de mitigación de impactos en ellas.

Nos indica además que para acumular residuos deben tomarse algunas precauciones que eviten la contaminación del suelo, agua, aire de los lugares donde estos se depositen, construyendo escombreras, rellenos sanitarios que garanticen un manejo seguro, así mismo se prohíbe la descarga de desechos de escombros provenientes de la actividad minera hacia los ríos, quebradas o lagunas que presenten riesgos de contaminación. El manejo de los desechos sólidos que la actividad minera produzca deberá cumplir con lo establecido en la Constitución y en la normativa ambiental vigente. Dichos lineamientos se basan en los artículos: 81, 82 y 83. **Véase en el Anexo 2**

### **2.2.5 Plan Nacional del Buen Vivir.**

#### **Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población.**

Entre los derechos para mejorar la calidad de vida se incluyen el acceso al agua y a la alimentación a vivir en un ambiente sano a un hábitat seguro y saludable, y a la salud.

#### **Objetivo 7: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”**

Se plantean como prioridades la conservación y el uso sostenible del patrimonio natural y sus recursos naturales, la inserción de tecnologías ambientalmente limpias, la aplicación de la eficiencia energética y una mayor participación de energías renovables.

La política pública ambiental impulsa la conservación, la valoración y el uso sustentable del patrimonio natural, y de la biodiversidad. Para ello es necesario el establecimiento de garantías, normativas, estándares y procedimientos de protección y sanción efectivos al cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

### **2.2.6 Código de la Salud**

Art. 56.- El Ministerio, desarrollará programas de saneamiento ambiental, encaminados a lograr para las comunidades;

- Eliminación de basuras y otros desechos;
- Eliminación y control de contaminaciones del agua de consumo, del suelo y del aire;
- Eliminación y control de otros riesgos ambientales.

Art. 77.- Los establecimientos que produzcan desechos que por su naturaleza o peligrosidad no deben entregarse al servicio público de aseo deberán establecer un sistema de tratamiento o autorizado por el Ministerio.

Art. 78.- El Ministerio, directamente o por medio de los organismos competentes, tomará las medidas que sean necesarias para proteger a la población de contaminantes tales como: humo, ruidos, vibraciones, olores desagradables gases tóxicos, pólvora u otros atmosféricos.

### **2.2.7 Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) Libro VI De La Calidad Ambiental**

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente en el título II Políticas Nacionales de Residuos Sólidos, señala que el estado ecuatoriano tiene como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, en donde contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas que se detallan en los siguientes ámbitos. Art 31.- ámbito de salud y ambiente, Art 32.- ámbito social, Art 35.- ámbito técnico, Art 36.- ámbito legal.

El TULSMA en el título V Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos en el Cap. I y II nos indica que los desechos peligrosos están aprobados por la autoridad ambiental competente que es el Ministerio del Ambiente que se encarga de: formular políticas sobre el manejo racional de los desechos peligrosos y especiales, minimización de la generación de estos residuos, que implique el reciclado y reutilización e incorporación de tecnologías adecuadas, además de promover la participación de los actores involucrados en la gestión de desechos peligrosos.

En el Cap. III del título V nos señala que todo generador de desechos peligrosos es responsable de la gestión de los mismos, tomando medidas con el fin de minimizar estos desechos, almacenando en condiciones ambientalmente seguras, realizar la entrega de los desechos peligrosos únicamente a personas autorizadas, identificar y caracterizar los desechos generados de acuerdo a la norma técnica correspondiente. Además de poseer equipo y personal adecuado para la prevención y control de emergencias. **Véase en el Anexo 3**

## **2.3 Bases teóricas:**

Para la elaboración de un adecuado documento de Plan de Gestión de desechos sólidos de la minería de lastre, es necesario establecer una serie de temas con sus respectivos conceptos, para contar con una idea más clara acerca de los contenidos propuestos del proyecto de tesis. A continuación se detallan los siguientes argumentos:

### **2.3.1 Residuos sólidos:**

Los residuos sólidos es cualquier objeto, o elemento sólido que por resultado del consumo de las distintas actividades ya sean domésticas, industriales, o comerciales, que el generador o persona encargada de la actividad rechaza y por lo tanto es susceptible a cualquier aprovechamiento o transformación o a una disposición final. (Paniagua Granada, Giraldo Suarez, & Castro Bermúdez, 2011)

### **2.3.2 Generación de residuos sólidos en minerías:**

En las actividades mineras se generan considerables cantidades de residuos sólidos, de los cuales los más importantes en términos de volumen o masa son los estériles y desechos como: embalajes, chatarras, basura de oficinas, laboratorios y talleres, basura doméstica, escombros de construcción, dependiendo de la realidad de cada mina que se estudia. (Goso Aguilar, 2008)

Todos estos residuos forjados deben ser manipulados y tratados de una forma adecuada desde la generación hasta su disposición final, debido a los distintos tipos de residuos que se encuentran. Lo más habitual en la mayoría de las minas como la disposición de estériles y todos los otros tipos de residuos en una misma escombrera es clasificar y manipular apartadamente de manera adecuada para cada tipo de residuo. (Goso Aguilar, 2008)

### **2.3.3 Caracterización de los residuos sólidos.**

La caracterización de los residuos sólidos radica en determinar la cantidad, composición física y química de los residuos sólidos generados en el área de estudio pertinente a la minería de lastre. Entre los principales parámetros que se

pueden obtener en un estudio de caracterización están: la identificación de puntos de generación y la composición que tiene los residuos sólidos. (Runfolá & Gallardo, 2009)

#### **2.3.3.1 Metodologías para la realización de los estudios de caracterización de los residuos sólidos mineros.**

Para planificar la gestión de los residuos sólidos es muy importante conocer el volumen de los residuos y su composición, para lo cual es necesario realizar los estudios de caracterización. En estos estudios se necesita efectuar una metodología para obtener los datos de generación y composición lo más íntegros posibles ya que estos son los datos que permitirán tomar las disposiciones más adecuadas para la gestión de los residuos sólidos (Runfolá & Gallardo, 2009)

Existen varias metodologías para determinar las cantidades de residuos sólidos, entre los principales están:

- **Análisis de pesada total.** Se pesan la totalidad de los residuos que llegan a las Instalaciones de tratamiento o vertido.
- **Análisis peso-volumen.** En este método se determina el peso y el volumen de las cargas que llegan a las instalaciones de tratamiento o vertido, con lo que se puede conseguir las densidades suelta y compactada.
- **Análisis de balance de masas.** Es la mejor forma de determinar la generación y el movimiento de residuos con cierto grado de fiabilidad. Consiste en identificar las entradas y salidas de materiales de un sistema limitado.
- **Análisis por muestreo estadístico.** Este método establece en tomar un número representativo de muestras de residuos sólidos de alguna de las fuentes de generación, durante un tiempo, determinándose los pesos totales y el de todos sus componentes. A partir de un análisis estadístico se determinan la tasa de generación y la composición. El número de muestras dependerá de la precisión que se quiera alcanzar, aplicándose métodos estadísticos. (Runfolá & Gallardo, 2009)



La metodología aplicada para la caracterización consistirá en la toma directa de los residuos en el lugar de generación y con la misma hacer sucesivos cuarteos hasta obtener una muestra homogénea para luego hacer la respectiva clasificación y su composición física. (Abel & Yokasta, 2011)

#### **2.3.3.2 Indicadores o Parámetros para la Caracterización de los residuos sólidos.**

Es necesario realizar estimaciones del estado del sistema del suelo mediante indicadores o parámetros determinando la calidad del suelo que posee y estableciendo los posibles usos que se le puede dar sobre todo en el área de la agricultura o una disposición final pertinente.

Un indicador es una variable que nos indica la información relevante haciendo que una condición de mucha utilidad se haga perceptible y que pueda medir y comunicar, en forma clara. Las principales funciones de los indicadores son: evaluar condiciones, comparar situaciones, para evaluar metas y objetivos, y proveer información preventiva y determinar tendencias futuras. (Cantú, Becker, Bedano, & Shiavo, 2007)

Los parámetros deben ser:

- Sencillos, fáciles de medir, y deben ser propiedades que resuman otras cualidades
- Interdisciplinarios; en lo posible deberán contemplar la mayor diversidad de situaciones por lo tanto incluir todo tipo de propiedades de los suelos (químicas, físicas, biológicas). (Cantú, Becker, Bedano, & Shiavo, 2007)

#### **2.3.3.3 Contaminación de suelos por metales pesados**

Los metales pesados están presentes relativamente en bajas concentraciones (mg/kg) en la corteza terrestre, suelos y plantas. La presencia de estas concentraciones nocivas en los suelos es una degradación especial llamada contaminación. Estos elementos pueden ser de origen geogénico procedentes de la roca madre, actividad volcánica, o de la lixiviación de mineralizaciones, y

también de origen antropogénico que se derivan de residuos peligrosos, procedentes de actividades industriales, minería e industria agrícola, y residuos sólidos urbanos.

La contaminación del suelo es uno de los temas ambientales más importantes en la actualidad. La caracterización, evaluación y remediación de un suelo contaminado es uno de los principales objetivos ambientales. La peligrosidad de los contaminantes en los suelos no sólo se da por su concentración, sino fundamentalmente por su disponibilidad. La biodisponibilidad de los metales desde los suelos a las plantas y otros organismos y el riesgo para la salud continúan siendo argumentos por solucionar. (Galán Huertos & Romero Baena, 2008)

Para establecer una adecuada caracterización de los desechos sólidos, es necesario conocer los tipos de residuos que se generan contando con su respectiva clasificación, que será de cuantiosa utilidad para desarrollar la caracterización favorable.

#### 2.3.4 Clasificación de residuos sólidos:

Los residuos sólidos se pueden clasificar de diversas formas y criterios, por lo tanto es necesario conocer los diferentes tipos de residuos que existen de acuerdo a su manejo.

##### **2.3.4.1 Por su Manejo:**

- **Residuo Aprovechable:** Es cualquier material, o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede añadir nuevamente a un proceso productivo.
- **Residuo No Aprovechable:** Es todo material que no tiene ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación a un proceso productivo, por lo tanto requieren disposición final ya que no tiene un valor comercial.
- **Residuo orgánico biodegradable:** Son aquellos residuos que poseen características de desintegrarse rápidamente, transformándose en otro

tipo de materia orgánica. Ejemplo: restos de comida, frutas, cáscaras, carnes, huevos.

- **Residuos Peligrosos:** Es aquel desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo a la salud humana y el ambiente.
- **Residuos Especiales:** Son los residuos sólidos que por su calidad, cantidad, volumen o peso puede presentar peligros por lo que se requiere un manejo especial. Aquí se encuentran los desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales, en esta clasificación podría presentarse los residuos que se generan en la minería de lastre. (Paniagua Granada, Giraldo Suarez, & Castro Bermúdez, 2011)

Resumiendo la clasificación de desechos sólidos referente a su manejo se presenta la **tabla N°1** para un mejor entendimiento, donde se describe el tipo de desecho con su clasificación y ejemplos de estos tipos de residuos, además del adecuado manejo que se debe realizar.

**Tabla 1: Clasificación de Residuos sólidos respecto a su manejo**

TIPO	CLASIFICACIÓN	EJEMPLO	MANEJO
<b>No Peligrosos</b>	<b>Aprovechables</b>	Papeles: archivo, Kraft, cartulina, periódico. Cartón y plegadiza. Vidrio. Plástico: envases, bolsas, vasos, PET Metales. Tetra pack	Reciclaje Reutilización
	<b>No Aprovechables</b>	Papel Tissue: higiénico, servilletas, toallas de mano, pañales, Papel encerado y metalizado. Cerámicas. Material de barrido. Colillas de cigarrillo.	Disposición final
	<b>Orgánicos Biodegradables</b>	Residuos de comida. Material vegetal.	Compostaje. Lombricultivo.
<b>Peligrosos.</b>		Pilas y baterías. Químicos. Medicamentos. Aceites usados. Biológicos.	Tratamiento. Incineración. Disposición en celda de seguridad.
<b>Especiales</b>		Escombros Llantas Colchones Muebles Estantes Lodos	Servicio especial de recolección.

**Fuente:** (Paniagua Granada, Giraldo Suarez, & Castro Bermúdez, 2011)**Elaboración:** El Autor

De acuerdo a lo que establece la república del Ecuador, en la norma técnica que es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental, en el libro VI, anexo 6 nos indica la clasificación de los desechos sólidos no peligrosos

Los desechos sólidos de acuerdo a su origen se clasifican:

- Desecho sólido domiciliario.
- Desecho sólido comercial.
- Desecho sólido de demolición.
- Desecho sólido del barrido de calles.
- Desecho sólido de la limpieza de parques y jardines.
- Desecho sólido hospitalario.
- Desecho sólido institucional.

h) Desecho sólido industrial.

i) Desecho sólido especial. (Ley de Gestión Ambiental Libro VI Anexo 6)

Ya observada y analizada los diferentes tipos en que se clasifican los desechos sólidos y durante la generación de estos producidos por las actividades extractivas de la minería será necesario establecer los diversos impactos que se ocasiona a los medios físicos, químicos y biológicos que están expuestos, por lo tanto es imperioso conocer y establecer que es un impacto ambiental además de la identificación y evaluación de estos para contar con un justo conocimiento de estos argumentos después de establecer el listado de desechos peligrosos concordantes a nuestro estudio.

### 2.3.5 Listado de Desechos Peligrosos

Para los fines de la presente Resolución N°002 de la Dirección Metropolitana de Medioambiente se acoge lo dispuesto en el Texto Unificado de Legislación Ambiental, Libro VI. Norma de Calidad Ambiental, Anexo 2 y 3. Norma de Calidad del Recurso Suelo, numeral 4.2.1,

En la **Tabla 2** se señalan los desechos considerados como peligrosos, su origen y el tratamiento que se debe dar a cada uno de ellos. La tabla contiene:

- Nombre del desecho peligroso
- La fuente de generación y grupo CIU del que proviene
- Característica de peligrosidad de acuerdo a la corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad (T), inflamabilidad (I) y biológico infeccioso (B)
- El tratamiento que se debe dar al desecho: físico químico (F/Q), biológico (B), térmico (T) o disposición final (D). En el caso de los tratamientos se usa el número 1 para señalar la primera opción y el número 2 para una opción alternativa de tratamiento, que se deberá realizar con una justificación técnica.

Si un desecho se encuentra dentro del listado, deberá obligatoriamente realizar el tratamiento señalado. (Enchanique, 2008)

**Tabla 2: Listado de desechos peligrosos de acuerdo a nuestro estudio**

COD	Descripción	Observaciones	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	D
2	Residuos de productos de origen mineral incluyendo metales							
2,02	Suelos y escombros	Accidentes en industrias en general	T	9999			1	2

**Fuente:** (Enchanique, 2008)

**Elaboración:** El Autor

### 2.3.6 Impactos Ambientales

El impacto ambiental es una alteración significativa al ambiente que puede ser de carácter positivo o negativo.

Estos impactos cuando son directos involucran pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental.

Cuando son indirectos generan otros deterioros sobre el ambiente.

Las actividades mineras a cielo abierto incorporan en la zona de estudio la subestructura necesaria para el procesamiento de los minerales que se desea extraer, lo que ocasiona impactos al terreno explotado y a su entorno ambiental y sociocultural. (Morales Alpízar & Villalta Flórez-Estrada, Guía de Gestión Ambiental para Minería no Metálica, 2009)

Las comunidades y poblados requieren grandes volúmenes de arenas, caliza, grava, arcillas y piedras para revestimiento y construcción entre los principales beneficios. Para obtener estos minerales remueven los suelos, o las capas superficiales del sustrato rocoso ocasionan los principales impactos ambientales que señalamos a continuación:

- Afectación de la superficie y del entorno en general,
- Contaminación del aire
- Afectación de las aguas superficiales y freáticas o subterráneas
- impacto escénico. (Morales Alpízar & Villalta Flórez-Estrada, Guía de Gestión Ambiental para Minería no Metálica, 2009)

### **2.3.7 Evaluación e identificación de impactos**

La evolución de impactos va a depender desde el punto de vista de cómo se va a requerir evaluar los impactos ambientales, en donde nos indica que la evaluación es un proceso sistemático para identificar e interpretar las consecuencias o efectos futuros de una actividad presente o que ha sido propuesta, con el fin de mantener la calidad ambiental de un determinado lugar. (Sánchez, 2010)

La identificación y evaluación de impactos ambientales es una parte fundamental del estudio, pues que es la base para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos Sólidos, en el cual se plantearán las medidas que permitirán prevenir y mitigar los efectos ambientales negativos para la conservación y protección del medio ambiente. (Sánchez, 2010)

#### **2.3.7.1 Métodos de evaluación de impactos**

Existen varios tipos de métodos que han sido desarrollados y usados para la evaluación de impactos. Pero se debe tener en cuenta que ningún tipo de método por si solo puede satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto.

Entre las varias metodologías existentes, se pueden seleccionar en función de un amplio rango de opciones, las siguientes:

- Método de Batelle-Columbus
- Matriz de Leopold
- Matriz de Impactos Cruzados

- Método de diagrama de redes
- Método de Listas de Control
- Listas de Chequeo. (Vázquez, 2013)

Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales que se podrían producir en el área de influencia del proyecto se desarrollará un proceso de identificación de los principales aspectos que producirán impactos ambientales, mediante una matriz causa-efecto de identificación, llamada matriz de Leopold que es muy común y de gran utilidad para proyectos que generan mayores impacto ambientales, en donde podrá valorar la magnitud e importancia de estos. A continuación se describe dicha matriz.

### **2.3.7.2 Matriz de Leopold**

Las matrices causa-efecto son métodos de valoración cuantitativa muy útiles para valorar las diversas alternativas del proyecto. La matriz de Leopold es la más conocida para cumplir con dicho fin, y por medio de esta desarrollar un Plan de gestión de residuos sólidos para el sector minero.

Leopold plantea una matriz donde nos indica que es un cuadro de doble entrada, donde los factores ambientales que pueden ser afectados por el proyecto ocupan las filas y las acciones impactantes (agrupadas por fases) las columnas. (Espinosa, 2007)

Los factores ambientales a introducir en la matriz de Leopold se agrupan según los siguientes tipos:

- Características Físicoquímicas (Tierra, Agua , Atmosfera)
- Condiciones biológicas (Flora, Fauna)
- Factores culturales (usos del territorio, servicios e infraestructura)

Cada celda de intersección se divide con una diagonal y se procede del siguiente modo

- a) En la parte superior izquierda se indica la magnitud del impacto, es decir el grado de extensión del impacto precedido del signo + o – según sea un



impacto positivo o negativo. La magnitud se puntúa del 1 al 10. 1 si la alteración es mínima y 10 si es máxima (el cero no es válido)

- b) En la parte inferior derecha se hará constar la importancia, es decir el grado de intensidad de la acción impactante sobre un factor. La importancia se puntúa del 1 al 10 (el cero no es válido) (Espinosa, 2007)

#### **2.3.7.2.1 Evaluar la magnitud e importancia en cada celda.**

Para la evaluación de la magnitud e importancia establece que la suma por filas nos indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por lo tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas nos dará una valoración relativa del efecto que cada acción produciría en el medio y por tanto, su agresividad. (Espinosa, 2007)

Mediante la evaluación e identificación de los impactos ambientales causados por los desechos sólidos que se generan por la actividad minera se puede realizar una gestión integral de los desechos sólidos para lograr un adecuado manejo de estos, reduciendo los impactos al medio expuesto.

#### **2.3.8 Gestión Integral de residuos sólidos.**

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) o Plan de Gestión de residuos sólidos se define como la selección de técnicas, y programas de gestión amigables con el ambiente para lograr las metas y objetivos específicos de gestionar adecuadamente los residuos sólidos. Además la GIRS también se desarrolla de acuerdo a las leyes y normativa implantadas en una determinada localidad. (ACOSTA LOYOLA, 2005)

### **2.3.8.1 Jerarquías de la Gestión de Residuos Sólidos**

Puede utilizarse una jerarquía en la Gestión de Residuos Sólidos, para clasificar las acciones en donde podamos elaborar un documento que sirva de guía para la comunidad.

La jerarquía de GIRS adoptada por la EPA está formada por los siguientes elementos:

- Reducción el origen
- Reutilización
- Reciclaje
- Disposición final (ACOSTA LOYOLA, 2005)

#### **2.3.8.1.1 Reducción en el origen**

El rango más alto de la jerarquía GIRS, la reducción en origen, implica reducir la cantidad y toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. La reducción en origen está en el primer lugar en la jerarquía porque es la forma más eficaz de reducir la cantidad de residuo, el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales.

#### **2.3.8.1.2 Reutilización**

La segunda fase en la jerarquía es la reutilización; que es un proceso que consiste en reparar y remendar cualquier objeto cuya vida útil pueda alargarse, es decir, utilizar un producto con un fin distinto al que tuvo originalmente.

#### **2.3.8.1.3 Reciclaje**

En tercer lugar en la jerarquía está el reciclaje que es un método de tratamiento que implica la transformación total o parcial de los residuos sólidos, transformación que significa un nuevo producto, con uso similar o diferente al material que le dio origen, pero nunca mantiene las cualidades del producto original.

#### **2.3.8.1.4 Disposición final**

Para poder depositar los residuos restantes de sitios de transferencia o residuos de domicilios que no han podido ser reciclados o reutilizados, actualmente se utilizan los rellenos sanitarios, tecnología que con resultados favorables en las localidades donde se ha implementado. (ACOSTA LOYOLA, 2005)

#### **2.3.9 Plan de Gestión para desechos sólidos:**

El Plan de gestión para desechos sólidos constituye un instrumento de orientación para las buenas prácticas ambientales para el diseño y construcción de cualquier actividad dada, de tal forma que sirva como una herramienta en la cual se resume las alternativas y estrategias de solución a los problemas relacionados al manejo no adecuado de los desechos sólidos con el fin de lograr diseños integrales con el medio ambiente. (Morales Alpízar & Villalta Flórez-Estrada, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

##### **2.3.9.1 Estructura de un documento para el Plan de Gestión de desechos sólidos.**

Para desarrollar un documento de plan de gestión de residuos sólidos, se debe comenzar desarrollando un diagnóstico, luego deberá seleccionar los temas que considerará su plan, según el nivel de diagnóstico y conocimiento que tenga de su realidad.

Un documento de plan de gestión de desechos sólidos debe contar con los siguientes argumentos:

##### **2.3.9.1.1 Política:**

El sistema de gestión definirá una política de modo que fije el marco de referencia para establecer sus objetivos de calidad, ambiente y salud y seguridad de los residuos sólidos

**2.3.9.1.2 Objetivo:**

El objetivo sirve para dar pautas necesarias para lograr una gestión integral en el manejo de los desechos sólidos disponiéndolos en forma definitiva, en donde sean aprovechables y que ambientalmente sean seguros cumpliendo con las normas que rigen las actividades de gestión de los residuos sólidos en el país.

**2.3.9.1.3 Alcances y Aplicaciones:**

Determinará los beneficios que tiene el plan de gestión de residuos sólidos para poder aplicar adecuadamente en la minería de lastre o en otras actividades relacionadas a esta.

**2.3.9.1.4 Marco jurídico:**

Cualquiera sea el ente que se encargue de la gestión integral de los desechos sólidos, deberá contar con la debida autorización otorgada por el ministerio del ambiente (MAE) para su funcionamiento y operaciones normales

**2.3.9.1.5 Términos y Definiciones:**

Es necesario establecer y dar un concepto de los distintos términos que se utiliza en cada procedimiento que se prescribe en el plan de Gestión.

**2.3.9.1.6 Responsabilidad, Autoridad, Comunicación:**

Se determina un organigrama jerárquico de las personas o autoridades encargadas de llevar de una forma adecuada y segura el sistema integral del manejo de desechos sólidos para la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma.

**2.3.9.1.7 Medición Análisis y Mejora:**

Se determina si el Plan de Gestión está cumpliendo correctamente los procesos establecidos, y si se requiere de una mejora para poder implementarla.



#### **2.3.9.1.8 Procedimientos:**

Para una gestión integral de desechos sólidos en la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma, es necesario implementar procedimientos específicos, que involucren a cada uno de los actores de este sistema, con el fin de garantizar el manejo adecuado de los desechos sólidos.

## CAPÍTULO 3

### IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA DE LASTRE DE AYALOMA

#### 3.1 Generalidades de la zona de estudio:

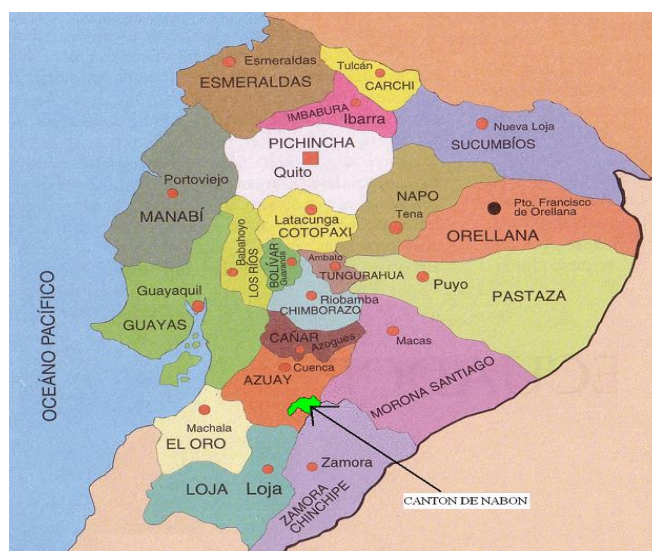
El cantón Nabón se encuentra localizado en el extremo sur-este del a Provincia del Azuay, en la subcuenca del río León, que pertenece a la cuenca hidrográfica del río Jubones. Se encuentra a 69 kilómetros aproximadamente de la ciudad de Cuenca, interconectado por la vía que va desde Cuenca a Loja, **ver figura 2**.

De acuerdo al Censo del 2001, la población cantonal es de 15.121 habitantes, de los cuales 5.700 pertenecen a la cultura indígena.

Territorialmente la población se halla asentada a lo largo y ancho de 668 Km<sup>2</sup>, predominantemente en el área rural con un 93,06 % frente al 6,94 % que se asienta en la cabecera cantonal. Se trata, por lo tanto, de un cantón eminentemente rural. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Nabón (GAD), 2012)

En el Cantón existen significativos recursos mineros que han sido explotados últimamente en los por empresas que no beneficia económicamente al cantón pues lo único que desean es el beneficio propio produciendo la extracción en este territorio.

Estas concesiones mineras no aportan tecnologías amigables con la conservación natural y menos tomar medidas de mitigación ambiental. Empresas como cerámica Graiman y cementos Guapán son las principales extractoras de los minerales de lastre del cantón. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Nabón (GAD), 2012)



**Figura N° 2.** Ubicación de Nabón en el mapa del Ecuador  
Fuente: Archivos de la Municipalidad de Nabón.

### 3.3.1 División Política Administrativa del Cantón Nabón:

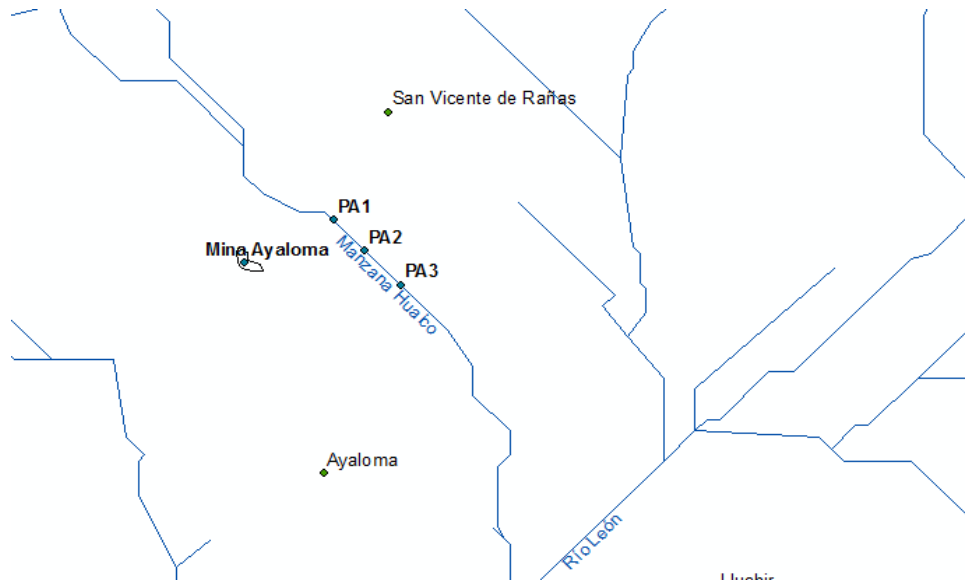
El Cantón Nabón se encuentra dividido en cinco parroquias: Nabón centro, Cochapata, Las Nieves, El Progreso y actualmente se ha creado la parroquia La Paz, en donde la comunidad de Ayaloma donde se encuentra la zona de estudio está localizada dentro de la parroquia La Paz, **ver figura 3.**



**Figura N° 3:** Ubicación de la comunidad de Ayaloma en el mapa del Cantón Nabón  
Fuente: Archivos de la Municipalidad de Nabón.

### 3.1.2 Localización de zona de estudio:

La minería de lastre a cielo abierto se encuentra dentro de la comunidad de Ayaloma que está aproximadamente a una distancia aproximada de unos 15 km del Cantón Nabón, y de unos 5 km de la vía principal Cuenca-Loja, **ver figura 4.**



**Figura N° 4.** Localización de la zona de estudio de la mina de Ayaloma  
**Elaboración:** El Autor

Como se observa en la figura N°4 está localizada la mina de Ayaloma con los poblados y quebradas aledañas, a continuación se detalla en la **tabla N°3** las coordenadas de cada punto y las diferentes distancias con respecto al punto central de la mina.

**Tabla 3: Localización de la zona de estudio con sus respectivas coordenada y distancia de las comunidades y quebrada con respecto a la mina**

	Coordenadas		Distancia desde el punto de la Mina
	X	Y	
P. Mina	716049,5	9637357,45	
Rañas	716738,22	9638118	1000m
Ayaloma	716426,45	9636294,8	1128m
Quebrada Manzana Huaico	716630.91	9637418.0	586m

**Elaboración:** El Autor

Esta minería está aledaña a la comunidad de San Vicente de Rañas, 1km aproximadamente, por esta razón se estableció la información de los aspectos ecológicos realizados en los estudios del Proyecto de Sistema de Agua Potable



y Saneamiento de la comunidad San Vicente de Rañas del año 2003, que es pertinente para nuestro estudio. (Archivo General del Municipio de Nabón, 2003)

### 3.1.3 Aspectos Ecológicos:

#### 3.1.3.1 Medio Biofísico.

##### 3.1.3.1.1 Vegetación:

En el área de influencia de la minería de lastre de la comunidad de Ayalama podemos encontrar diferentes especies de vegetación, donde citaremos las siguientes:

<b><i>Nombre científico.</i></b>	<b><i>Nombre Común.</i></b>
<i>Rubus sp</i>	Mora
<i>Baccharis sp</i>	Chilca
<i>Stipa ichu</i>	Paja
<i>Oenotheria virgata</i>	Shullo
<i>Rosmarinus oficinales</i>	Romero
<i>Chusquea Sp</i>	Suro

##### 3.1.3.1.2 Fauna:

Relacionado a la fauna se indica que existe diversas especies tanto de animales como de aves, a continuación nombraremos las siguientes:

***Animales:*** Zorro, Raposo, Conejo, Venado.

***Aves:*** Mirlo, Tórtola, Torcaza, Perdiz.

***Animales domésticos:*** encontramos ganado vacuno, ovino, porcino y aves.

#### 3.1.3.2 Suelo:

En esta zona se encuentra tipos de suelos de altura negros de cerro, también suelos arcillosos medianamente profundos y de erosión moderada.

### **3.1.3.3 Agua:**

El agua tiene origen subterráneo y aflora a la superficie a través del colchón hídrico natural, el caudal de agua captado no presenta variaciones significativas, y contiene cierta contaminación de carácter natural.

### **3.1.3.4 Medio Humano.**

#### **3.1.3.4.1 Socio-económico:**

La comunidad San Vicente de Rañas, es una comunidad muy pequeña que se encuentra aproximadamente a 1km de distancia de la área de influencia del proyecto minero, cuenta con una población alrededor de 278 habitantes, de los cuales 13.67% son analfabetos, son hogares pobres, cuyos ingresos provienen principalmente de la agricultura, ganadería y jornaleros.

Los niños de esta comunidad adolecen de las siguientes enfermedades:

Diarrea 44,7%

Tos y problemas respiratorios 27,5%

Parásitos 13,8%

Problemas de la piel 10,3%

Fiebre tifoidea 3,4%.

Los lugares más frecuentes para recibir atención media en los subcentros 43,8% y curanderos 21,9%, notándose que muy pocas personas asisten a los médicos privados.

### **3.1.3.5 Paisaje:**

El paisaje de la comunidad de San Vicente de Rañas es netamente montañoso andino, en sectores con vegetación de chaparros, es decir que en esta zona existe especies leñosas de pequeño tamaño (arbustos).

### 3.2 Procesos de la actividad minera de lastre de la comunidad de Ayaloma:

En este tema identificaremos las etapas y procesos que conforman las actividades de este sector, se desarrollará una síntesis teórica general, como respaldo a los procesos de identificación del tipo de actividades que pueden requerir acciones y medidas de gestión ambiental.

El proceso de explotación minera consta básicamente de los siguientes ciclos: extracción del material, selección del material, carguío y transporte del material.

- Extracción

A este tipo de actividades de extracción se da al inicio de la superficie. Estas acciones producen erosión y alteración del paisaje y al momento de que se termina de extraer la superficie queda alterada y estéril, por lo tanto es necesario recuperarla. (Morales Alpízar & Villalta Flórez-Estrada, Guía de Gestión Ambiental para Minería no Metálica, 2009)

En el caso de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma se hace una extracción en forma mecánica, para la remoción de las capas superficiales. Así mismo, se emplea diversa maquinaria pesada como tractores y cargadores.

En la extracción, el ritmo lo determina el rendimiento o capacidad del equipo, en este caso no existe ninguna demanda por parte del mercado ya que el material extraído no se utiliza con fines comerciales, sino para el aprovechamiento o beneficio de las comunidades del cantón Nabón, como por ejemplo para el mejoramiento de carreteras, según el personal de trabajo que hace sus labores en esta mina de lastre. **Véase Fotografía. N°2**



**Fotografía N° 2.** Proceso de extracción del material de la minería de Ayaloma  
**Fotografía tomada por:** El Autor

- Selección del Material:

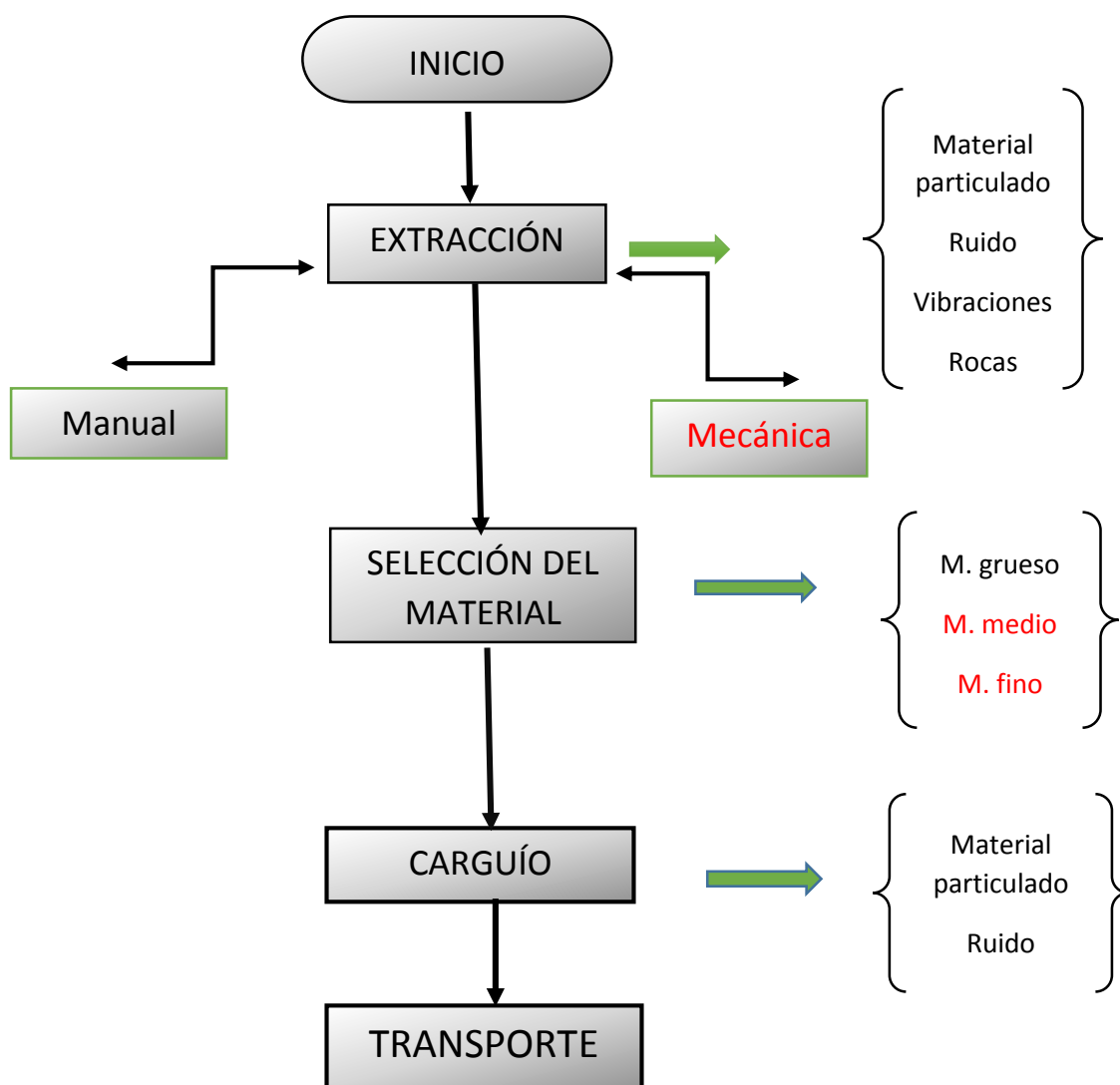
Después de la fase de extracción se debe seleccionar el material adecuado para el aprovechamiento de éste, ya que al extraer se produce diferentes tamaños, y el más adecuado para el beneficio de revestimiento de carreteras son los materiales finos y medios, y los otros materiales más gruesos se ubican en escombreras que están cerca de la actividad minera.

- Carguío:

Una vez en donde se obtenga el material fragmentado se realiza el carguío que consiste en la recogida de este material para depositarlo en las pailas de las volquetas.

- Transporte:

El material de lastre que es extraído de la minería, es transportado por volquetas a sitios donde este mineral sea aprovechable para usos de mejoramiento de carreteras de las diferentes comunidades del cantón Nabón. A continuación se detalla el proceso en el siguiente diagrama de flujo, **ver figura 5.**



**Figura N° 5.** Diagrama de proceso de las actividades mineras de la comunidad de Ayalama

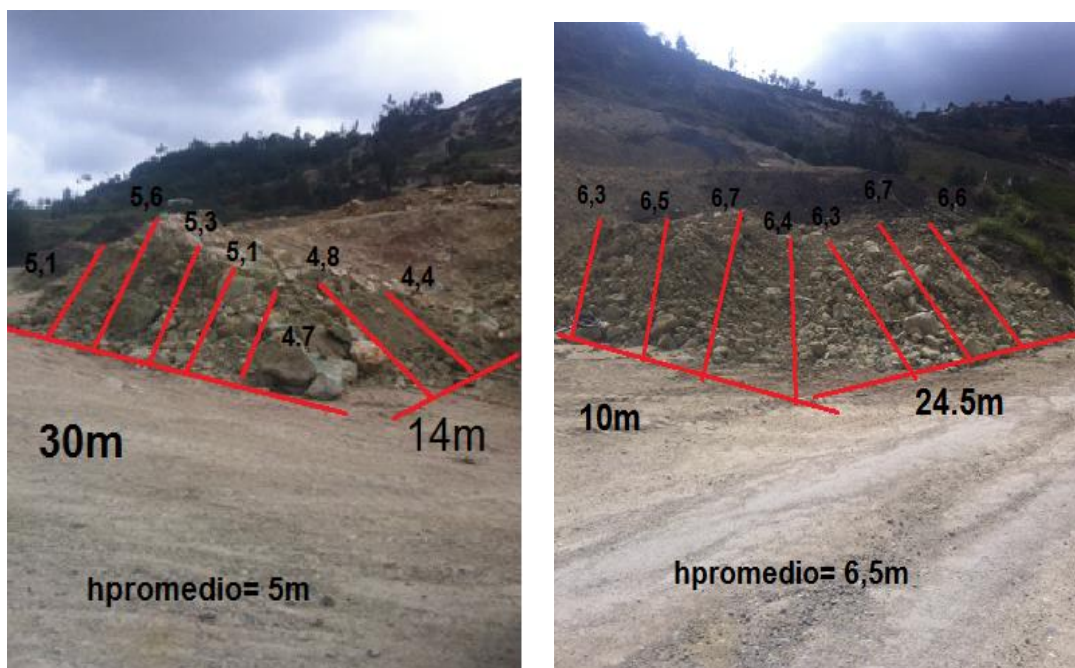
**Elaboración:** El Autor

Con la realización del diagrama de flujo que se establece en esta minería de lastre correspondiente a los procesos para la extracción de este material, se podrá identificar las zonas de generación que se produce en cada una de sus etapas, para posteriormente poder caracterizar adecuadamente estos residuos, determinando su volumen, propiedades físicas y químicas de los mismos.

### 3.3 Identificación de las áreas de generación de residuos sólidos en los procesos de la minería:

En la minería de la comunidad de Ayalama se pudo identificar dos áreas de generación de desechos sólidos que están formados por pilas de material

grueso, material pequeño (grava) y arena, que se obtuvo por la extracción del mineral de la mina, por lo tanto todo este material que es desperdiciado es colocado en estos sitios, debido a que no es utilizable para las actividades requeridas que necesita el cantón. **Véase Fotografías. N°3.**



**Fotografía N° 3.** Áreas de generación de residuos sólidos de la minería de Ayaloma  
Fotografías tomada por: El Autor

### 3.4 Volumen de residuos sólidos en la mina de Ayaloma

Como se indica en las fotografías N°3, observamos las dos áreas de generación de los residuos sólidos que produce la mina, en donde se estableció a tomar las medidas convenientes para encontrar el volumen general de estos residuos sólidos que son concebidos por la producción de la mina de lastre

Para la determinación del volumen de los desechos sólidos se realizó la toma de dos medidas directamente en cada una de las dos pilas, que son: la longitud, el ancho y para la altura promedio (hp) que es la distancia perpendicular entre la punta de la pila y la base se tomaron 7 medidas para contar con un valor aproximado; estas medidas son necesarios para hallar el volumen de cada pirámide que es igual a la siguiente fórmula:

$$V=B*hp/3. \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde se multiplica el ancho por la longitud para hallar el área de la base que le denominamos “B” y posteriormente es multiplicado por la altura promedio (hp) que es la suma de todas las altura dividido para el mismo número. Posteriormente esta multiplicación es dividida para 3 para hallar el volumen de cada pila. Se constituyeron las siguientes medidas: **ver tabla N°4.**

**Tabla 4: Determinación del volumen de los residuos sólidos de la mina**

	1era Pila	2da Pila
longitud	30m	24,5m
ancho	14m	10m
Altura promedio	5m	6,5m
Volumen	<b>700m<sup>3</sup></b>	<b>530,83m<sup>3</sup></b>

**Elaboración: El Autor**

Una vez encontrado el volumen de cada pila de desechos sólidos, se lleva a cabo la suma de estas dos pilas para determinar el volumen final de estos residuos sólidos que se generan en la minería de la comunidad de Ayaloma, que da como valor aproximado una producción de **1230,833m<sup>3</sup>** de este material rocoso en todo el tiempo que se está realizando esta actividad minera.

### **3.5 Caracterización de los residuos sólidos:**

Es importante caracterizar los residuos sólidos generados en la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma ya que nos permitirá planificar acciones para el manejo de residuos sólidos, así como para establecer soluciones convenientes a los problemas que se pueden dar en las procedimientos de almacenamiento, transporte y disposición final, evitando que exista un deterioro ambiental y a la salud de las personas.

#### **3.5.1 Metodología:**

La metodología utilizada para caracterizar los residuos sólidos de la minería de la comunidad de Ayaloma es mediante un análisis por muestreo estadístico, donde tomamos diferentes muestras de las dos áreas de generación de residuos sólidos que se presentan en la minería de lastre para establecer los diferentes componentes que presenta este material rocoso, **Véase Fotografía. N°4.**





**Fotografía N° 4.** Toma de muestras para la caracterización de los residuos sólidos de la minería de lastre  
Fotografía tomada por: El Autor

Para la caracterización se realizó tres visitas para contar con un resultado más específico, donde se escogió 20 muestras en cada inspección de estos residuos mineros, realizando el siguiente procedimiento para cada toma de estas 20 muestras de desechos.

- Inicialmente se consiguió pesar las 20 muestras de las tres inspecciones, para determinar el peso en kg y obtener un promedio que ayude a referenciar de mejor manera los resultados obtenidos, donde quedaron de la siguiente forma: **ver tabla N°5.**

**Tabla 5: Determinación del peso en kg de las muestras de los residuos sólidos de la minería realizada en cada inspección**

	1era inspección	2da inspección	3era inspección	promedio
Peso total (kg)	86,2	74,8	77,1	<b>79,36</b>
Fecha	12/11/2014	24/11/20014	03/12/2014	

- Posteriormente se realizó en surtir las 20 muestras de cada visita en 1m<sup>2</sup> de área, que consecuentemente se consiguió a determinar una altura promedio de estas muestras para contar con un volumen y poder referenciar con el volumen total de los residuos sólidos de la minera de lastre de la comunidad de Ayaloma, donde estas cifras quedaron de la siguiente forma: **ver tabla N°6.**



**Tabla 6: Determinación de la altura en cm de las muestras de los residuos sólidos de la minería realizada en cada inspección**

	1era inspección	2da inspección	3era inspección	promedio	
Altura promedio (cm)	10,5	10,1	10,2	<b>10,26cm</b>	<b>0,102m</b>

**Elaboración:** El Autor

- Una vez determinado los datos expresados en las tablas N°5 y 6 se multiplica la altura promedio (hp) por el área promedio (Ap) de las muestras de los residuos sólidos calculando así su volumen, pudiendo referenciarse con la cantidad del peso de las muestras, y con esto comparar con el volumen total hallado de los residuos sólidos de la minería de lastre, determinando el peso total en Toneladas de los residuos sólidos que se generan en la mina. A continuación se detalla: **Véase Fotografía. N°5**

Volumen total de las muestras de los residuos sólidos=  $Ap * hp$

Volumen total de las muestras de los residuos sólidos:  $1m^2 \times 0,102m = 0,102 m^3$

Peso promedio de las muestras de los residuos sólidos: **79,36kg**

Volumen total de los residuos sólidos de la minería: **1230,833m<sup>3</sup>**

$0,102 m^3 = 79,36kg$

$1230,833m^3 = \underline{X = 956912,322kg //}$

$956912,322kg \rightarrow$  **956,912Ton de peso total de los residuos sólidos de la minería.**



**Fotografía N° 5.** Determinación del volumen de las muestras de los residuos sólidos de la minería  
**Fotografía tomada por:** El Autor

- A partir, del volumen que se forma por las muestras que se vertieron, se homogeniza la muestra mezclándola toda. Seguidamente se realiza simultáneos cuarteos, en donde se escoge 2 cuartos opuestos para formar otra muestra representativa más pequeña. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, luego se elige 2 partes opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se realiza una vez más hasta obtener una muestra homogénea para determinar la composición física y química de estos residuos en cada una de las inspecciones. **Véase Fotografías N°6 y 7.**



**Fotografía N° 6.** Cuarteos de las muestras de residuos sólidos de la minería  
**Fotografía tomada por:** El Autor



**Fotografía N° 7.** Muestra final de residuos sólidos de la minería de lastre  
**Fotografía tomada por:** El Autor

- En la muestra final de cada inspección se identifican los componentes que existen en los desechos sólidos generados en la actividad minera, separándolos de todo el montón y se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

**Véase Fotografía N°8.**

Material Grueso (Roca)

Grava

Material Fino (Arena)



**Fotografía N° 8.** Separación de los componentes de la muestra final de residuos sólidos de la minería  
**Fotografía tomada por:** El Autor

- Una vez clasificada los componentes se efectúa a pesarlos para determinar el peso de cada componente en kilogramos, por lo tanto se establece el porcentaje de cada clase y su total, para las 3 visitas que se

realizó en la minería, donde cuyos datos quedan de la siguiente manera.

**Ver tabla N°7 y Fotografía N°9.**

**Tabla 7: Determinación del peso en kg y su porcentaje de cada componente de las 3 inspecciones realizadas en los residuos sólidos de la minería**

	1era inspección		2da inspección		3ra inspección		Promedio	
	Peso (Kg)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)	Porcentaje (%)
Material Grueso (Roca)	6,5	34,75	3,2	37,64	3,5	39,77	<b>4,4</b>	<b>37,38</b>
Grava	7,4	39,57	2,8	32,94	2,7	30,68	<b>4,3</b>	<b>34,96</b>
Material Fino (Arena)	4,8	25,66	2,5	29,41	2,6	29,54	<b>3,3</b>	<b>28,2</b>
Total	18,7	100	8,5	100	8,8	100	<b>12</b>	<b>100</b>

**Elaboración:** El Autor.



**Fotografía N° 9.** Pesaje de cada componente de los residuos sólidos de la minería de lastre realizado en el laboratorio de suelos del tecnológico de la Facultad de Ciencias Químicas

**Fotografía tomada por:** El Autor

Una vez obtenida la muestra final se debe analizar algunas propiedades físico-químicas que permitirán formular o plantear alternativas de gestión para estos residuos especiales que se mencionaran posteriormente en el Plan de Gestión.

### **3.5.2 Determinación del pH:**

Para la determinación del pH se realizó por el método de volúmenes iguales de KCl 1N de las 3 muestras obtenidas, es de mucha importancia conocer el potencial Hidrógeno ya que su valor nos indica la alcalinidad o su acidez de un suelo con miras a su posterior gestión. **Ver tabla N°8.**

#### **3.5.2.1 Clasificación de los suelos por su pH.**

El pH es una medida de expresión de la acidez y de alcalinidad, y como se observa en la **figura 6** consta de un rango para determinar la clasificación del suelo.

pH menor a 5.5: muy ácido

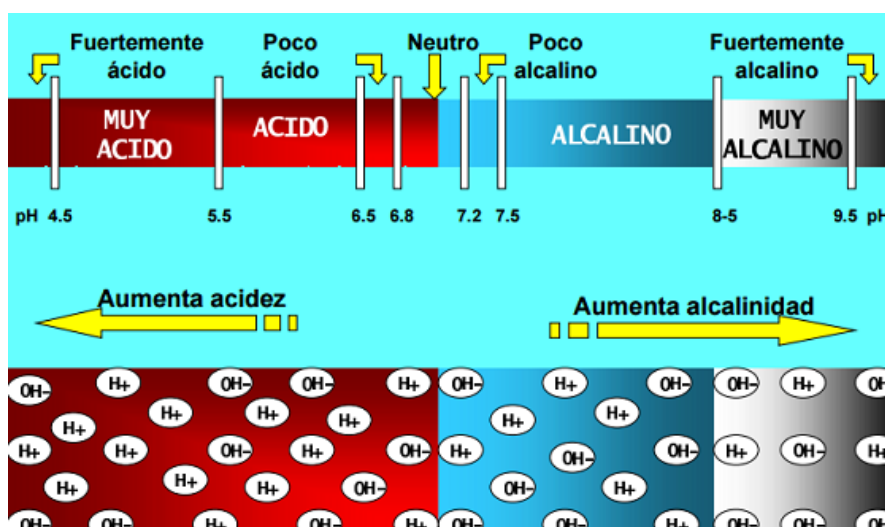
pH entre 5.6 y 6.5: ácido

pH entre 6.6 y 7.5: neutro



pH entre 7.6 y 8.5: alcalino

pH mayor a 8.5: muy alcalino (Ávila Vega)



**Figura N° 6.** Clasificación de los suelos por su pH  
Fuente: (Ávila Vega)

**Tabla 8: Determinación del pH**

1era muestra	2da muestra	3era muestra	Promedio
6,4	6,4	6,5	6,43

**Elaboración:** El Autor

Como se observa en la tabla N°8 que los resultados de las tres muestras determinadas existen valores que están en el rango de un suelo neutro, con una pequeña cantidad de acides

### 3.5.3 Determinación del contenido de materia orgánica:

Para la determinación el contenido de la materia orgánica se procedió a utilizar el método de Oxidación con agua oxigenada, donde se realizó a pesar las 3 muestras representativas de los desechos para obtener un promedio de estas. La materia orgánica es uno de los parámetros más importantes donde se desea conocer la fertilidad del suelo y que uso se le puede dar a este. **Ver tabla N°9.**

**Tabla 9: Peso de las muestras para la determinación de la materia orgánica por el método de Oxidación con agua destilada**

1era muestra	2da muestra	3era muestra	Promedio
10.779gr	9.923gr	9.851gr	10.1843gr

**Elaboración:** El Autor

Posteriormente se realizó los siguientes procedimientos:

- Pesamos 10gr de suelo
- Ponemos agua oxigenada para eliminar la materia orgánica, colocar 10ml hasta que deje de efervescer.
- Se coloca la muestra en la estufa con una temperatura de 400°C para que la reacción acelere. **Véase Fotografía N°10.**



**Fotografía N° 10.** Determinación de la materia orgánica de los residuos sólidos de la minería de lastre realizado en el laboratorio de suelos del tecnológico de la Facultad de Ciencias Químicas

**Fotografía tomada por:** El Autor

- Pesamos la capsula      P capsula= 62.3137gr
- Pasamos la muestra a la cápsula, hacemos que hierva y esperamos que se seque.
- La muestra seca colocamos en el desecador para enfriarle y luego pesamos.

Peso de la capsula + la muestra= 70.9480gr

- Obtenemos el peso de la muestra final restando:

$P \text{ muestra final} = \text{Peso de la capsula} + \text{la muestra} - \text{Peso de la capsula}$

**$P \text{ muestra final} = 8.6343\text{gr}$**

- Determinamos el peso de la materia orgánica restando:

$P \text{ materia orgánica} = P \text{ muestra} - P \text{ muestra final}$

$P \text{ materia orgánica} = 10.1843 - 8.6343$

**$P \text{ materia orgánica} = 1.55\text{gr}$**

10%                      1.55gr

100%                     **$X = 15.5\%$**

Determinamos que la muestra del desecho sólido de la minería tiene un 15.5 % de materia orgánica, es decir que es un material poco fértil.

#### **3.5.4 Determinación de la Textura:**

Para determinar la textura haremos por el método de sedimentación que es el proceso por el cual, el material sólido transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del dispositivo construido especialmente para tal fin.

La sedimentación de sólidos en líquidos está gobernada por la ley de Stokes, que indica que las partículas sedimentan más fácilmente cuando mayor es su diámetro, su peso específico comparado con el del líquido, y cuando menor es la viscosidad del líquido. Por ello, cuando se quiere favorecer la sedimentación se trata de aumentar el diámetro de las partículas, haciendo que se agreguen unas a otras, proceso denominado coagulación y floculación. (GARCÍA, 2012)



### 3.5.4.1 Metodología:

- Se pesó 150grs. de suelo que previamente se había seleccionado.
- Se colocó 100ml. de agua en el vaso de precipitado mezclado con el suelo.
- Posteriormente calentamos la muestra en la parrilla eléctrica.
- Al alcanzar una temperatura media se agregó 50ml. de peróxido de hidrógeno.
- Se estuvo agitando continuamente durante unos 15 min.
- Se dejó por 5 minutos para observar cómo se quemaba la materia orgánica.
- Luego retiramos la muestra de la parrilla
- colocamos la mezcla en la probeta y adicionamos 150ml. de agua corriente. **Véase Fotografía N°11**



**Fotografía N° 11.** Determinación de la textura de los residuos sólidos de la minería de lastre realizado en el laboratorio de suelos del tecnológico de la Facultad de Ciencias Químicas

**Fotografía tomada por:** El Autor

- Dejamos reposar por una hora.
- Posteriormente se procedió a observar como el agua ascendía y como se estaban formando las capas de sedimento.
- Por último se llegó a tomar las medidas con la regla de 30cms. las capas de limo, arcilla y arena. Este procedimiento se realizó con 2 muestras más y hallamos su promedio. (GARCÍA, 2012) **Ver Tabla N°10.**

**Tabla 10: Determinación de medidas de arena, limo, arcilla de los residuos sólidos de la minería**

Capas	1era Muestra	2da Muestra	3era Muestra	Promedio
Arena	6.7	6.5	6.9	6,7cm
Limo	9.1	9.3	9.8	9,4cm
Arcilla	0.5	0.5	0.7	0,6cm

**Elaboración:** El Autor

#### 3.5.4.2 Determinación de porcentaje de arena, limo, arcilla:

**Cálculos:**

**Arena:** 6.7cm

$$16.7 = 100\%$$

$$6.7 = X = \underline{40.1197\% \text{ de arena}}$$

**Limo:** 9.4cm

$$16.7 = 100\%$$

$$9.4 = X = \underline{56.2874\% \text{ de limo}}$$

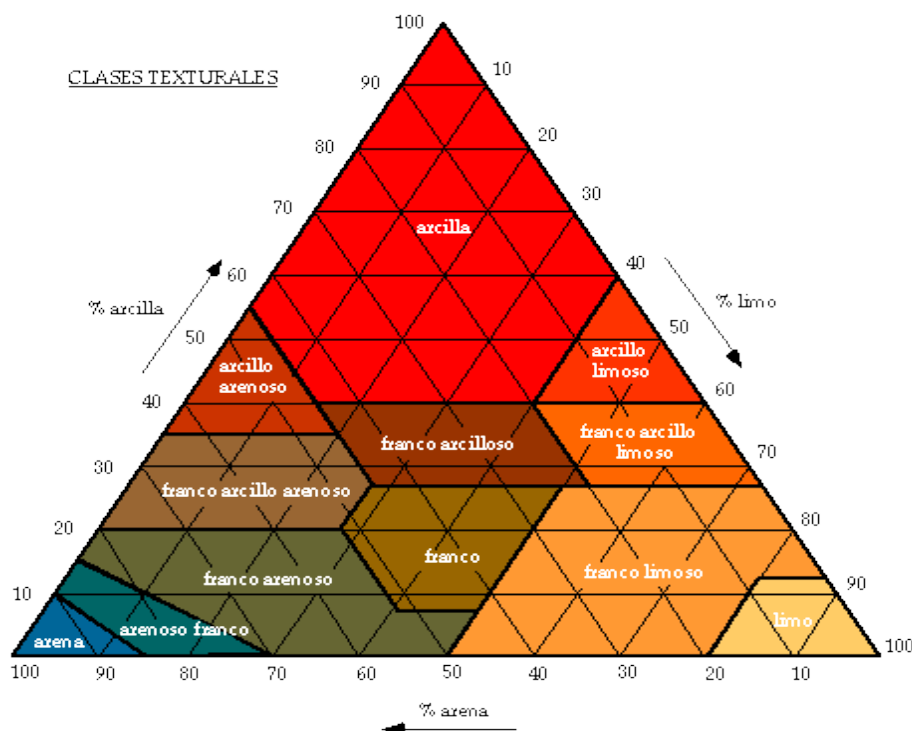
**Arcilla:** 0.6cm

$$16.7 = 100\%$$

$$0.6 = X = \underline{1.002\% \text{ de arcilla}}$$

De acuerdo a estos datos podemos determinar el tipo de suelo mediante el triángulo de la textura.

### 3.5.4.3 Triángulo de la Textura:



**Figura N° 7. Triángulo de la textura**

Fuente: [http://edafologia.ugr.es/programas\\_suelos/practclas/taxoil/comun/texturas.htm](http://edafologia.ugr.es/programas_suelos/practclas/taxoil/comun/texturas.htm)

Según los porcentajes obtenidos y verificando el triángulo de la textura nos indica como resultado que la muestra corresponde a un suelo **Franco Limoso**.

El suelo franco limoso tiene más consistencia y es más suave entre los dedos. Cuando se humedece se puede formar la "bolita", pero se rompe a la presión suave o restregándolo entre los dedos a la distancia de medio centímetro se rompen. (Peralta, 1995).

### 3.5.5 Determinación de las propiedades Químicas:

Para determinar las propiedades químicas de la muestra final de la segunda inspección realizado con sus respectivos cuarteos para la obtención de una muestra homogénea que se adquirió de los residuos sólidos generados de la mina de lastre; se obtuvo un análisis químico realizado en el Centro de Servicios y Análisis de Materiales Metálicos y no Metálicos (CESEMIN), donde se consiguió los siguientes resultados de los distintos metales expresados en la

**Tabla N° 11**

**Tabla 11: Determinación del análisis químico de la muestra de los residuos sólidos de la minería**

Análisis Químico				
Muestra	Arsénico (mg/Kg)	Cadmio (mg/Kg)	Mercurio (mg/Kg)	Plomo (mg/Kg)
Desechos sólidos Minería (Material Rocoso)	2,09	0,4	0,05	19,56

**Fuente:** (CESEMIN)

**Elaboración:** El Autor.

### Observaciones:

- Método: Digestión Ácida y Absorción Atómica. Mercurio y Arsénico con Generación de Hidruros.
- Fecha de entrega de la muestra: 2015-01-30
- Fecha de recepción de la muestra: 2015-03-03
- Peso de la muestra: 8.5kg

De acuerdo a los resultados obtenidos, se debe comparar con la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados. Libro VI Anexo 2. República del Ecuador; para establecer si los distintos parámetros exceden los límites máximos permisibles para los criterios de la calidad del suelo y para los criterios de remediación que se detallan en la **tabla N°12**.

**Tabla 12: Criterios de Calidad y Remediación del suelo (Valores Máximos Permisibles)**

Parámetro	Unidades	Valor de la Calidad del suelo	Usos del Suelo			
			Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial
Arsénico	mg/kg	5	12	15	15	15
Cadmio	mg/kg	0,5	2	5	10	10
Mercurio	mg/kg	0,1	0,8	2	10	10
Plomo	mg/kg	25	100	100	150	150

**Fuente:** (Libro VI Anexo 2 de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador)

**Elaboración:** Autor

Esta Tabla N°12 nos indica los límites máximos permisibles que debe tener un suelo con la presencia de estos metales pesados, y comparando con los resultados obtenidos en el CESEMIN, se observa que ninguno de los parámetros sobrepasa los límites establecidos para los criterios de calidad del suelo, pero se recomienda una gestión adecuada, debido a que si existe presencia de estos metales pesados.

Así mismo se concluye que los valores de los diferentes metales del suelo de la minería de lastre no exceden los límites establecidos para los criterios de remediación, por lo tanto el suelo de la minería es utilizable para actividades Industriales, Comerciales, Residenciales y para la actividad Agrícola a pesar que esta es un poco más exigente.

### **3.6 Identificación y Valoración de impactos generados por los desechos sólidos:**

Esta fase indica como planear en un largo plazo los componentes naturales con la acción propuesta, comparando con las condiciones que se establecen en el proyecto. Con esto se puede determinar los cambios ambientales que se producirán sirviéndonos de mucha referencia.

La metodología que se utilizará para la identificación de los impactos generados por los desechos sólidos de la mina, es la de realizar primeramente una matriz de interacciones para identificar las relaciones que se da entre los factores ambientales y las actividades de la mina, posteriormente se ejecuta una matriz causa-efecto llamada matriz de Leopold que es de valoración cuantitativa.

#### **3.6.1 Matriz de Interacciones:**

Inicialmente se debe identificar las actividades que se da en la mina y los componentes ambientales en el área de influencia del proyecto minero, en donde se empleó técnicas de observación directa o indirecta, encuestas y revisión bibliográfica. En el proyecto de la minería de Ayaloma se consideró 12 factores ambientales y 5 acciones que se ejecutan en la mina. Consecuentemente se desarrolla la matriz de interacciones para identificar los impactos potenciales que se derivan por las actividades del proyecto. Estas interacciones se presentan en la ***Tabla N°13. Que serán detalladas a continuación.***

**Tabla 13: Matriz de interacciones de la minería de la comunidad de Ayalama**

			a) Extracción del material	b) Selección del material	c) Acumulación de desechos sólidos	d) Carguío del material	e) Transporte del mineral
Características Físicas	Aire	Calidad	X	X	X	X	
	Suelo	Geomorfología	X		X		X
	Agua	Calidad			X		
		Superficial			X		
Condiciones Biológicas	Flora	vegetación	X		X		
	Fauna	Animales terrestres	X		X		
		Aves		X	X		
		Insectos	X	X	X		
Factores Culturales	Socio cultural	Salud y seguridad	X			X	X
		usos del suelo	X		X		
		Empleo	X	X		X	X
		Paisaje	X		X		

Elaboración: El Autor

- a) Extracción del material**

Al extraer el material de la mina se produce material particulado que están suspendidas en el aire, debido a que se utiliza maquinaria al momento de escavar la mina, generando una cantidad considerable de polvo, por lo que se va afectar la calidad de este componente.

En el momento que se extrae el material se produce una alteración en el área del proyecto, removiendo grandes cantidades de suelo, perjudicando la geomorfología del suelo.

Existe una alteración significativa en lo que se refiere a la vegetación del lugar, ya que el material particulado que se genera por esta actividad va a transportarse por el viento y acumularse en las zonas donde existe vegetación afectando de manera directa, al igual que las especies de animales endémicas sobre todo a insectos y animales terrestres.

En referencia a la salud y seguridad de los trabajadores y pobladores del lugar va a hacer perjudicial ya que existen grandes cantidades de polvo que podría ser inhalados por los habitantes del lugar perturbando directamente en sus vías respiratorias.

La afectación al paisaje es notable debido a que se remueve grandes cantidades de flora quedando un lugar desértico que visualmente es muy negativo, igualmente se va a producir un deterioro a las propiedades del suelo, perjudicando el uso de este.

Lo que es el factor de empleo va a ver un impacto positivo requiriendo mano de obra para realizar esta actividad de extracción, manejando la maquinaria correspondiente para cumplir con sus actividades propuestas.

- **b) Selección del material:**

En la fase de seleccionar el material se origina emisiones de polvo por la remoción de este material utilizable, donde perjudicará nocivamente la calidad del aire.

También ocasionará afecciones a insectos y aves, debido al momento de mover este material se origina material particulado que va acumularse en los cuerpos de estas distintas especies que habitan en el lugar.

Para esta actividad se produce fuentes de empleo que es beneficioso para los trabajadores que realiza esta acción.

- **c) Acumulación de desechos sólidos**

La acumulación de estos escombros es la más perjudicial porque origina un mayor impacto a las características físicas del lugar, refiriéndose a la alteración del aire, debido a que se produce material particulado al momento de mover y almacenar estos residuos; al suelo también afectaría respecto a que se necesita espacio para acumular estos desechos provocando una erosión a este componente; y al agua se genera un impacto negativo produciendo lixiviados en la acumulación de estos escombros por la presencia de lluvia, en el cual estos lixiviados pueden ser trasladados a la fuente más cercana del lugar.

Lo que es flora y fauna también sería muy perjudicial, por lo que afectará a la vegetación y animales del lugar, donde se necesita grandes espacios para acumular estos desechos perjudicando el hábitat de estas especies endémicas.

También existirá un deterioro del paisaje y usos del suelo por la acumulación de estos escombros, ocasionado la presencia de menos espacios verdes y también existirá una descomposición a los componentes del suelo por la presencia de estos desechos acumulados.

- **d) Carguío del material**

En el carguío del mineral afectará a la calidad del aire por la presencia de material particulado que se da al instante del levantamiento de la carga, produciendo una alteración significativa.

De igual forma hay un riesgo en la seguridad de los trabajadores produciendo algún accidente por la maquinaria o por la caída desde una altura considerable del material, originando un impacto o golpe a los trabajadores de la mina.

El impacto positivo de esta actividad es la que se genera fuentes de empleo para realizar el levantamiento del material.

- **e) Transporte del material**

Para el transporte del material se origina una alteración a la calidad del suelo ya que se requiere maquinaria para transportar este mineral, donde estos camiones conllevan grandes volúmenes de lastre que perjudican al suelo, creando una compactación por su peso.

Al igual que la etapa del carguío del material en el transporte también existe interacciones similares a lo que se refiere a empleo necesitando mano de obra para realizar esta actividad, y esto conlleva a que exista un riesgo a la salud y seguridad de los trabajadores, ocasionando diferentes accidentes al momento de movilizar este material.

### **3.6.2 Matriz de Leopold:**

Una vez realizada la matriz de interacciones se procede a realizar la matriz de valoración cuantitativa de causa-efecto llamada la matriz de Leopold, donde en cada interacción se hace un trazo de una diagonal en la cuadrícula para asignar valores de Magnitud e Importancia.

Para evaluar la magnitud e importancia nos indica que la sumatoria por filas nos indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por lo tanto, su fragilidad ante el proyecto. De esta manera se observa que acción causa mayor impacto en el ambiente y si es positivo o negativo. Pudiendo así ordenar las acciones de mayor a menor efecto. **Ver tabla N°14.**



**Tabla 14: Matriz de Leopold de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma**

	M I		Extracción del material	Selección del material	Acumulación de desechos sólidos	Carguío del mineral	Transporte del mineral	total
Características Físicas	Aire	Calidad	-3 / 4	-1 / 2	-3 / 3	-3 / 4		-35
	Suelo	Geomorfología	-3 / 4		-4 / 6		-5 / 4	-56
	Agua	Calidad			-4 / 5			-20
		Superficial			-3 / 4			-12
Condiciones Biológicas	Flora	vegetación	-2 / 5		-2 / 3			-16

	Fauna	Animales terrestres	-2 / 4		-2 / 4			-16
		Aves		-1 / 1	-1 / 3			-4
		Insectos	-4 / 4	-1 / 2	-4 / 4			-34
Factores Culturales	Socio cultural	Salud y seguridad	-2 / 3		-2 / 3	-3 / 3		-21
		usos del suelo	-2 / 7		-4 / 7			-42
		Empleo	+3 / 6	+2 / 4	+2 / 5	+3 / 5		+51
		Paisaje	-4 / 7		-5 / 7			-63
Total			-88	+3	-161	-8	-14	-268

Elaboración: El Autor

### 3.6.3 Jerarquización de Impactos:

La jerarquización de impacto nos indica el orden de superioridad que tiene cada componente natural de acuerdo a los impactos ocasionados por las actividades del proyecto minero. En la matriz de evaluación de impactos (matriz de Leopold) se observa, que casi en la totalidad de las actividades consideradas en la minería de lastre presentan una generación de impactos negativos que afectan al medio expuesto. Pero la que ocasiona un **mayor impacto** y por ende esta propenso a este estudio es la fase de **acumulación de desechos sólidos**. Por lo tanto se hará una lista de los elementos ambientales más afectados en su respectivo orden por la presencia de esta actividad.

- el factor ambiental que tiene **mayor impacto** negativo la **perturbación de la morfología del paisaje**, con una puntuación de **-63** que es un impacto negativo significativo, porque la presencia de escombreras temporáneas va a eliminar y reducir la cobertura vegetal, provocando dificultades para que se regenere, ocasionando pérdidas de elementos fértiles. Igualmente provoca una alteración a la diversidad existente, tipos de hábitat y especies al momento de retirar todo el material acumulado. (Nieto, 2007).
- En segundo lugar pero no menos importante es el **impacto causado a la geomorfología del suelo** con un valor de **-56** debido a que este componente va a presentar una pérdida del suelo, cambios del uso del suelo, remoción de masas, provocado por la utilización de estas escombreras y por los movimientos de estos grandes volúmenes de material que generan una alta degradación al suelo, ocasionando que el uso inicial que tenía el suelo (agricultura y ganadería) no pueda ser factible para las personas que ejecuten estas labores. (Nieto, 2007)
- Otro impacto a considerarse es **la alteración la calidad del aire, (-35)**, que se considera un impacto negativo moderado donde se generan fundamentalmente partículas sólidas y polvo que se esparce por todo este componente, contando con una contaminación considerable.

Por lo tanto fue necesario realizar la determinación de partículas sedimentables en el lugar de estudio, que es el material particulado mayor a 10 micras, y que es capaz de permanecer en suspensión temporalmente en el aire ambiente, donde se colocó 4 recipientes con agua aproximadamente una cantidad de 1000ml en distintos puntos de la minería durante 30 días, para que se ubiquen los sedimentos por gravedad en el envase, el sitio donde debe ubicarse debe ser en un espacio abierto y con una altura de 1m del nivel del suelo donde no se pueda afectar la sedimentación del material. **Véase Fotografías N°12**



**Fotografía N° 12. Toma de muestras para determinar partículas sedimentables**

Fotografías tomada por: El Autor

Posteriormente del mes de muestreo se recolecto las muestras y se llevaron al laboratorio para su respectivo análisis de las partículas sedimentables, ubicando estas 4 muestras de 1000ml en los diferentes conos Imhoff que es el encargado de medir el volumen de los sólidos sedimentables en el transcurso de una hora de tiempo. **Véase Fotografías N°13.**



**Fotografía N° 13. Determinación de partículas sedimentables en los conos Imhoff**

Fotografías tomada por: El Autor

Después del periodo de una hora se llegó a medir el volumen de los sólidos sedimentables en los 4 puntos de muestreo quedando de la siguiente manera.

**Punto 1:** 1ml de sedimento en 1L de muestreo durante 1h.

**Punto 2:** 3.05ml de sedimento en 1L de muestreo durante 1h.

**Punto 3:** 7.01ml de sedimento en 1L de muestreo durante 1h.

**Punto 4:** 2.43ml de sedimento en 1L de muestreo durante 1h.

**Partículas sedimentables.-** La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado ( $1 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d}$ ). (Libro VI, Anexo 4 de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador)

Densidad del agua =  $1 \text{ g/cm}^3$

**Punto 1:**  $1 \text{ ml} * \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g} = 0.001 \text{ mg} //$

**Punto 2:**  $3,05 \text{ ml} * \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 3,05 \text{ g} = 0.003 \text{ mg} //$

**Punto 3:**  $7,01 \text{ ml} * \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 7,01 \text{ g} = 0.007 \text{ mg} //$

**Punto 4:**  $2,43 \text{ ml} * \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 2,43 \text{ g} = 0.0024 \text{ mg} //$

$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 = 100 \text{ cm}^2 //$

**Punto 1:**  $0,1 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d} //$

**Punto 2:**  $0.3 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d} //$

**Punto 3:**  $0.7 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d} //$

**Punto 4:**  $0.24 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d} //$

Como se observa en ninguno de los 4 puntos de muestreo que se llevó acabo sobrepasa la concentración máxima que es de  $1 \text{ mg/cm}^2 \times 30 \text{ d}$ , por lo que nos indica que hay poca presencia de estas partículas sedimentables que están suspendidas en el aire. (Libro VI, Anexo 4 de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador)

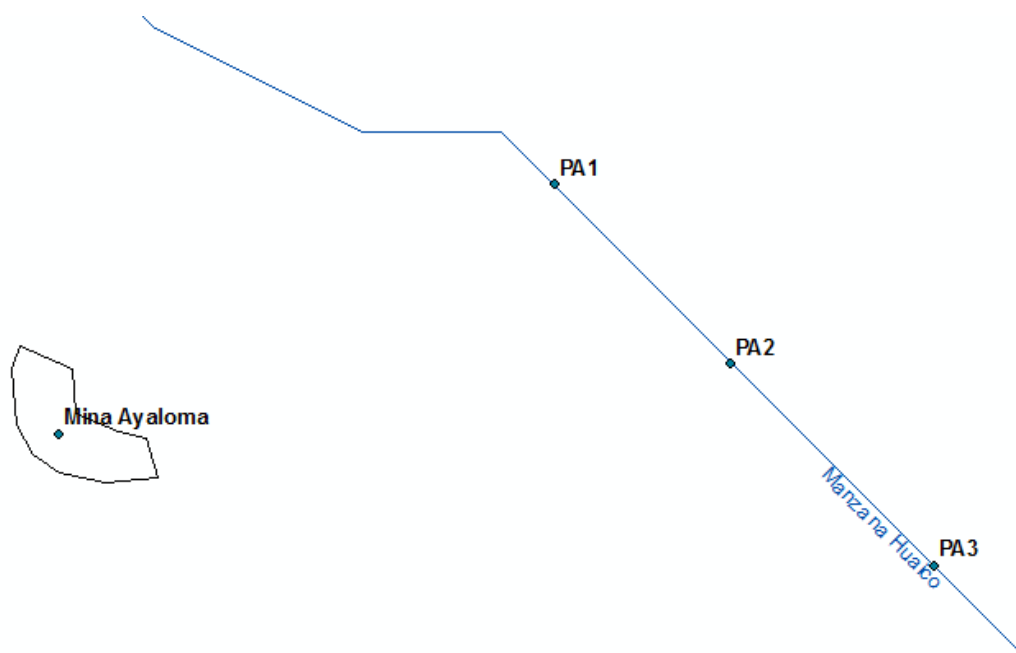
- En lo que se refiere a la **flora y fauna** del lugar se le considera un impacto negativo menor o moderado, porque puede presentar **cambios de comportamiento** de la fauna causadas por la emisión del material particulado de la acumulación de estos desechos sólidos, así mismo se puede originar un cambio en hábitat causado por esta actividad donde este material particulado puede acumularse en las especies de vegetación.

Como en esta zona ya fue intervenida precedentemente, por lo tanto cuenta con alteraciones en su estructura florística ha provocado que las especies endémicas de estos **animales tengan un bajo grado de amenaza**, donde serán poco afectados por la presencias de estos desechos sólidos, en este sitio se encuentran eminentemente **animales domésticos que ya están adaptados a este tipo de entorno**.

- En consiguiente con la jerarquía de impactos se establece que existe un **impacto negativo menor** a lo que es el **factor del agua** ya que pudimos localizar un cuerpo pequeño de agua a una distancia considerable, aproximadamente unos 500 metros aproximadamente de la área de influencia, por lo tanto se tomó en cuenta este cause debido que en épocas invernales se puede producir lixiviados por el factor lluvia, donde arrastra este material a la fuente de agua, debido a que existe una imperceptible pendiente que puede facilitar la llegada de este material a la vertiente, debido a esto es imperioso la realización de algún análisis para determinar la jerarquización de este componente.

Fue necesario realizar la toma de 3 muestras en unos envases de plástico en contra corriente de éste cuerpo de agua llamado quebrada Manzana Huaico, para comparar si la actividad minera influye sobre esta vertiente, donde el primer punto se adquirió en una zona alta donde no influye la minería de lastre, el segundo punto se tomó paralela a la minería, y el tercera muestra se obtuvo en un punto después de la actividad minera, esto para verificar si existen sedimentos localizados en la quebrada que se puede dar por las actividades de la mina. **Ver figura 8.**





**Figura N° 8. Localización de la mina de Ayaloma y los puntos de muestreo realizados en la quebrada Manzana Huaico**

Elaboración: El Autor.

Como se puede ver en la figura N°6 está localizada la mina de Ayaloma con los puntos de muestreo que se establecieron en la quebrada Manzana Huaico para determinar un análisis Físico- Químico y bacteriológico de esta vertiente. A continuación se detalla en la **tabla N°15** las coordenadas de cada punto de análisis en dicha quebrada y las diferentes distancias con respecto al punto central de la mina. **Véase Fotografía N°14.**

**Tabla 15: Localización de la mina de Ayaloma y la distancia de los puntos de muestreo realizados en la quebrada Manzana Huaico con respecto a la mina, con sus distintas coordenadas**

	Coordenadas		Distancia desde el punto de la Mina
	X	Y	
P. Mina	716049,5	9637357,45	
P.A.1	716478,21	9637572,8	480m
P.A.2	716630,91	9637418	586m
P.A.3	716806,93	9637244,1	767m

Elaboración: El Autor.



**Fotografía N° 14. Toma de muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico de la quebrada Manzana Huaico**

**Fotografías tomada por: El Autor**

Posteriormente de conseguir los 3 puntos de muestreo de agua de esta quebrada, donde fue necesario mantener en refrigeración estos envases que contienen estas muestras para que no sean alteradas, y posteriormente realizar el análisis para conocer los parámetros que contiene este cauce antes y después de la actividad minera, y poder determinar si existe una alteración de esta fuente y si están acordes con los límites permisibles establecidos por la normativa.

Los distintos parámetros ya sean físicos, químicos y sólidos que son analizados de esta quebrada nos va a indicar o reflejar para observar si existe una afectación a la calidad del agua. **Ver tabla N°16.**



**Tabla 16: Análisis de los puntos de muestreo de la quebrada Manzana Huaico**

**LABORATORIO DE SANITARIA**

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Comunidad de Ayaloma.- Cantón Nabón.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Superficial
Fecha de toma:	Miércoles 3 de Diciembre 2014
Fecha de Análisis:	Lunes, 8 de Diciembre de 2014
Análisis solicitado por:	Francisco Merchán

PARAMETROS	Punto 1	Punto 2	Punto 3	UNIDAD	OBSERVACIONES
<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>					
TURBIEDAD	17,5	72,5	84,5	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	31,0	57,0	64,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	11,0	31,0	41,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	47,2	56,2	55,8	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	31,2	37,1	36,8	mg/l	por cálculo
<b>PARÁMETROS QUÍMICOS</b>					
PH	8,30	8,07	8,05		
CLORUROS	5,6	4,7	3,2	mg/l	
SULFATOS	1,716	0,422	0,396	mg/l	

# UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA



<b>SOLIDOS</b>					
<b>SOLIDOS TOTALES</b>	165,0	321,0	188,0	mg/l	
SOLIDOS TOTALES FIJOS	118,0	203,0	72,0	mg/l	
SOLIDOS TOTALES VOLATILES	47,0	118,0	116,0	mg/l	
<b>SOLIDOS DISUELTOS TOTALES</b>	140,0	285,0	134,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS FIJOS	113,0	178,0	27,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	27,0	107,0	107,0	mg/l	
<b>SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES</b>	25,0	36,0	54,0	mg/l	
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	5,0	25,0	45,0	mg/l	
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	20,0	11,0	9,0	mg/l	

Responsable:

Dra. Guillermina Pauta  
**QUIMICO-ANALISTA**

**Elaboración: Laboratorio de Sanitaria de la Universidad d Cuenca.**

En la **tabla N°16**, se observa que los resultados del análisis de los 3 puntos de muestreo varían escasamente en la mayoría de sus parámetros que vamos a interpretar a continuación:

1. **Parámetros Físicos.-** en estos parámetros se puede interpretar que conforme los puntos de muestreo (Punto 1 y 2) se acercan a la actividad minera o pasa respectivamente, existe un pequeño incremento de sus medidas; sobre todo se aprecia que hay un aumento en la turbiedad, conductividad y color del agua.
2. **Parámetros Químicos.-** para estos parámetros identificamos que en Potencial Hidrogeno (pH) no existe una variación considerable en los 3 puntos de muestreo, y se encuentra en un rango de neutralidad; y para los Cloruros y Sulfatos disminuye la presencia de estos contaminantes de acuerdo a la distancia de los puntos de muestreo se acerca a la mina o interactúa con la actividad minería.
3. **Sólidos.-** para la presencia de estos sólidos ya sean totales, disueltos o suspendidos se estima que hay un incremento de su valor en el punto 2 que esta paralelo a la mina en relación con el 1, y posteriormente en el punto 3 hay una disminución de su medida.

De acuerdo a estos resultados que se indican en la **tabla N°16** se debe comparar con la presente norma técnica ambiental que es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Ecuador para establecer si los distintos parámetros exceden los límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico y también para uso agrícola que se detallan posteriormente en la **tabla N°17**.

- **Criterios de calidad para aguas de consumo humano, uso doméstico y uso agrícola.**

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
- c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma. **Ver tabla N°17**

**Tabla 17: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional**

Parámetros	Agua tratada	Unidad
<b>Parámetros Físicos</b>		
Turbiedad	100	UTN
Color Real	100	UC
<b>Parámetros Químicos</b>		
PH	6-9	
Cloruros	250	mg/l
Sulfatos	400	mg/l
<b>Sólidos Disueltos Totales</b>	1000	mg/l

**Fuente:** (Libro VI Anexo 1 de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador)

**Elaboración: El Autor**

En la tabla N°17 nos indica los límites máximos permisibles instaurados por la normativa para uso humano y doméstico, por lo tanto se compara con los 3 puntos tomados en la quebrada Manzana Huaico aledaña al lugar de la minería de lastre nos indica los valores de acuerdo al análisis determinado y podemos concluir que no sobrepasan estas medidas con respecto a los límites establecidos en la normativa, con esto establecemos que el agua de esta quebrada puede ser utilizable para el consumo humano y domestico con un previo tratamiento convencional para los parámetros indicados.

Para el uso agrícola también es aprovechable esta fuente de agua ya el valor del pH se encuentra dentro del rango que es de 6 a 9 y los sólidos disueltos totales está por debajo del valor límite que es de 3000 mg/l.

Por esta razón se entiende que los residuos sólidos de la minería de lastre no influyen para ocasionar un impacto severo a esta quebrada, debido a que los diferentes parámetros de los distintos puntos de muestreo no exceden los límites máximos permisibles que regula en la Ley de Gestión Ambiental

## CAPÍTULO 4

### PLAN DE GESTIÓN:

Este documento de Plan de gestión, incluye el manejo de los residuos sólidos desde su generación que se dan al extraer los minerales del yacimiento minero, hasta su disposición final, cumpliendo con los criterios que se establecen en la legislación ecuatoriana vigente, y sus buenas prácticas ambientales.

Este manual de gestión es un documento que da a conocer de forma ordenada la información o instrucciones necesarias para llevar acabo un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan en la minería de lastre.

Este manual busca responder preguntas tales: ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, con la finalidad de:

- Disponer la documentación del manejo integral de los residuos sólidos producidos en la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma del cantón Nabón.
- Identificar y tener acceso a los requisitos legales, ambientales y otros relacionados al manejo adecuado de desechos sólidos mineros.
- Definir metodologías de sistema de gestión de residuos sólidos, en los aspectos relacionados a las actividades de almacenamiento, transporte y disposición final de los desechos sólidos de la minería de lastre.

#### 4.1 Política:

*La minería de la comunidad de Ayaloma del cantón Nabón ejerce sus actividades de una forma segura y confiable, realizando un adecuado manejo de los residuos sólidos generados con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos e impulsando la conservación del ecosistema, atreves del cumplimiento de la normativa legal vigente*

#### 4.2 Objetivo del Plan:

- Identificar claramente leyes y reglamentos que rigen las actividades de gestión de residuos sólidos de la minería que se establecen en la normativa ambiental vigente.

- Determinar procedimientos de un manejo integral de residuos sólidos de la minería para la acumulación, transporte y disposición final de estos desechos previniendo impactos negativos al medio expuesto.

#### 4.3 Alcance del Plan:

El Manual de Plan de gestión integral de residuos sólidos será una herramienta que permitirá a la comunidad de Ayaloma y al cantón de Nabón un manejo adecuado de los mismos, disponiéndoles de una forma responsable en términos ambientales.

#### 4.4 Términos y Definiciones:

Para definir los siguientes conceptos que se utilizaran en el Plan de Gestión de residuos sólidos de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma, fueron extraídos y resumidos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos y la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua del Libro VI Anexo 1

**Ambiente:** O Medio ambiente, comprende los alrededores en los cuales la organización opera, incluye el agua, aire, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos, y su interrelación.

**Aspecto ambiental:** Elemento de las actividades de la organización, productos o servicios que puede interactuar con el ambiente.

**Contaminante:** Cualquier elemento, compuesto, derivado químico o biológico, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos; que causa un efecto adverso al aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos, a su interrelación o al ambiente en general.

**Control de la contaminación ambiental:** Se enfoca en reducir, minimizar o controlar los contaminantes que se han formado en un proceso o actividad y que son o pueden ser liberados o emitidos (output) al ambiente.

**Parámetro, componente o característica:** Variable o propiedad física, química, biológica, combinación de las anteriores, elemento o sustancia que sirve para caracterizar la calidad del recurso agua, aire o suelo.

**Recursos:** Este reglamento se refiere al recurso agua, aire o suelo. Regulado ambiental o regulado: Toda persona natural o jurídica u organización de derecho público o privado, cuya actividad en forma directa o indirecta, recaiga en el ámbito del presente Libro VI De la Calidad Ambiental.

**Almacenamiento:** Acción de guardar temporalmente desechos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entrega al servicio de recolección, o se disponen de ellos.

**Confinamiento Controlado o Relleno de Seguridad:** Obra de ingeniería para la disposición final de desechos peligrosos que garanticen su aislamiento definitivo y seguro.

**Desechos:** Son las sustancias (sólidas, líquidas, gaseosas o pastosas) u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional vigente.

**Disposición Final:** Es la acción de depósito permanente de los desechos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a la salud y al ambiente.

**Eliminación:** se entiende cualquiera de las operaciones especificadas por la Autoridad Competente con el fin de disponer de manera definitiva los desechos peligrosos.

**Generación:** Cantidad de desechos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.

**Lugar o instalación aprobada:** se entiende un lugar o una instalación destinado a la eliminación de desechos peligrosos o de otros desechos, que haya recibido una autorización o una licencia de funcionamiento para tal efecto de la Autoridad Ambiental competente.

**Manejo:** Se entiende por manejo las operaciones de recolección, envasado, etiquetado, almacenamiento, rehusó y/o reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos, incluida la vigilancia de los lugares de disposición final.

**Reciclaje:** Proceso de utilización de un material recuperado en el ciclo de producción en el que ha sido generado.

**Recolección:** Acción de transferir los desechos al equipo destinado a transportarlo a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reciclaje, o a los sitios de disposición final.

**Transporte:** Cualquier movimiento de desechos a través de cualquier medio de transportación efectuado conforme a lo dispuesto en este reglamento.

**Tratamiento:** Acción de transformar los desechos por medio de la cual se cambian sus características.

**Agua subterránea;** Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación (se sitúa debajo del nivel freático donde todos los espacios abiertos están llenos con agua, con una presión igual o mayor que la atmosférica).

**Aguas superficiales:** Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno.

**Efluente Líquido:** proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

**Metales pesados:** Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

**Estériles:** Materiales o sustancias aquellas libres de microorganismos vivos, eliminados a propósito.

**Drenajes:** Cloacas o red de saneamiento, en ingeniería y urbanismo, es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo de líquidos, generalmente pluviales, de una población.

**Talud:** Término que se utiliza para designar a la acumulación de fragmentos de roca partida en la base de paredes de roca, acantilados de montañas, o cuencas de valles.

**Escombrera:** Sitio donde se ubican los desechos o escombros.

**Erosión:** Es la degradación y el transporte del suelo o roca que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. Entre estos agentes está la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos.

**Pila:** columna o serie de cosas o desechos amontonadas verticalmente.

#### 4.5 Responsabilidad y Comunicación:

Para el desarrollo del Plan de Gestión es necesario establecer responsabilidades para un mejor manejo de los residuos sólidos, ya sea cualquier persona natural o jurídica que decida estar al frente de este Sistema de Gestión para la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma para llevar a cabo sus operaciones de una manera segura y responsable con el medio ambiente cumpliendo con todos los requisitos legales exigidos por el ministerio del ambiente.

Se deberá determinar un sistema de los responsables de realizar estos procedimientos de Gestión de residuos sólidos para una mejor disposición que queda de la siguiente manera:

- Coordinador General.
- Jefe de Operaciones o Técnico.
- Obreros.

##### 4.5.1 Coordinador General del Plan de Gestión de desechos sólidos:

Es la persona encargada de revisar el Plan de Gestión de residuos sólidos para la implementación, otorgando un mejoramiento continuo para el manejo de estos residuos. Esta persona encargada de la coordinación es el Ing. Willy Abarca responsable del departamento de Obras Públicas del cantón Nabón. Además es el delegado de:

- Obtener los recursos necesarios para la ejecución del Sistema Integrado de desechos sólidos de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma, con su control y monitoreo.



- Asignar al personal adecuado para los programas de gestión de los residuos.
- Capacitar a las personas encargadas de realizar los procedimientos de manejo de residuos sólidos mineros.

#### **4.5.2 Jefe de Operaciones o Técnico:**

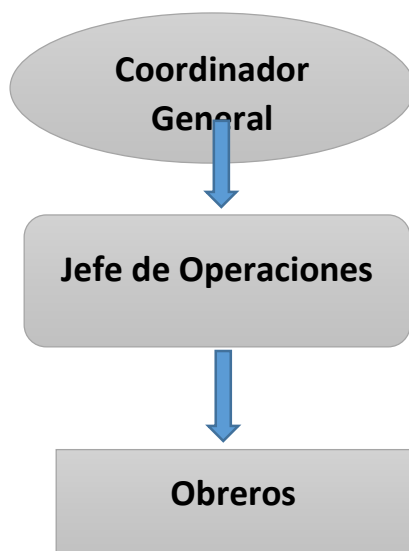
Es la persona responsable de la revisión y mejoramiento del Plan de Gestión de residuos sólidos, además es delegado para realizar las siguientes actividades:

- Llevar un registro mensual de la generación y manejo de los residuos sólidos
- Establecer medidas correctoras de las no conformidades encontradas.
- Realizar una comunicación entre todos los actores que conforman el Sistema Integrado de Gestión de los desechos sólidos mineros, para que se cumplan apropiadamente con todos los procedimientos establecidos.

#### **4.5.3 Obrero:**

Es el encargado o encargados de cumplir las condiciones establecidas por el Coordinador o el Jefe de Operaciones y de comunicar si existe alguna inquietud presente en la gestión de los residuos sólidos mineros.

A continuación se detalla el organigrama jerárquico del sistema de Gestión de desechos sólidos. **Véase Fig. N°9**



**Figura N° 9. Organigrama Jerárquico del Sistema de Gestión de los residuos sólidos de la minería de lastre**

#### **4.5.4 Comunicación Interna y Externa**

El coordinador General y el jefe de operaciones son las personas encargadas de realizar la comunicación tanto interna como externa a los principales actores del Plan de Gestión de residuos sólidos difundiendo este Plan de Gestión y Auditorías Ambientales en reuniones conjuntas en periodos mensuales.

#### **4.6 Medición Análisis y Mejora:**

Los procesos de verificación, medición análisis y mejora, para el desarrollo del sistema de gestión integral de los desechos sólidos están dirigidos a:

Demostrar conformidad de los procesos de operación para cada uno de los actores del sistema de gestión.

Asegurara la conformidad y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión integral de los desechos sólidos.

#### **4.7 Procedimientos:**

Para el adecuado manejo de la gestión de residuos sólidos de la minería de lastre de la comunidad de Ayalama se realizaron los siguientes procedimientos que se describen en la siguiente tabla: **Ver tabla N°18.**

**Tabla 18: Procedimientos para la Gestión de residuos sólidos para la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma**

Código	Procedimiento
PG-GRS-001	Procedimiento para la acumulación de desechos sólidos
PG-GRS-002	Procedimiento para el transporte de los desechos sólidos
PG-GRS-003	Procedimiento para la disposición final de los desechos sólidos
PG-GRS-004	Procedimiento de Comunicación
PG-GRS-005	Procedimiento de Auditorias y Seguimiento

**Elaboración: El Autor**

Para la realización de los procedimientos de la Gestión Integral de residuos sólidos para la minería de lastre, fue necesario la revisión bibliográfica de:

- “Gestión Integral del Aceite Automotor Reciclable en Cuenca”. (Vazquez Guillén, 2013)
- Estudio De Impacto Ambiental Conjunto Expost De Las Áreas Mineras "hermanos García" Y "hermanos García 2" (Nieto, 2007)
- Políticas Básicas Ambientales Del Ecuador (TULSMA, 2003)

A continuación se detallan los procedimientos de gestión integral de residuos sólidos que se generan en la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma que se establecieron en la tabla N°18.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la acumulación de los residuos sólidos generados en la mina de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-001	Página: 1 de 4
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

**1 Objetivo:**

Establecer los procedimientos que deberá ejecutar o implementar cualquier persona natural o jurídica que realice estas actividades de acumulación y almacenamiento de estos residuos especiales (escombros), cumpliendo con las disposiciones ambientales vigentes.

**2 Alcance:**

El alcance de este procedimiento es que el personal encargado de este proceso realice adecuadamente la acumulación de estos desechos con el fin de que no existan impactos al medio ambiente y a la salud humana de los trabajadores

**3 Responsable:**

El responsable es el Coordinador General, conjuntamente con el Técnico para asignar al personal encargado.

**4 Elementos y condiciones generales para la acumulación de los residuos sólidos generados por las actividades mineras:**

Las condiciones de los lugares donde serán acumulados estos desechos deben garantizar que la recepción y almacenamiento de los escombros se realice de una forma exitosa, garantizando una protección al ecosistema y que no exista ningún riesgo a la salud de los trabajadores y pobladores del lugar.

Los lugares establecidos para un adecuado proceso de la acumulación temporal de estos residuos, deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Las áreas designadas para el almacenamiento de residuos sólidos especiales deben quedar en lugares visibles y de fácil identificación, en donde cada una de las personas que labora en el área minera pueda posteriormente trasladar los residuos.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la acumulación de los residuos sólidos generados en la mina de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-001	Página: 2 de 4
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

- Para el almacenamiento temporal de estos escombros debe contar con un terreno llano o con una pendiente mínima, ya que al tener una

inclinación del terreno puede transportarse este material rocoso a componentes naturales cercanos al lugar por acciones naturales como la lluvia y el viento.

- Contar con un lugar donde tenga una baja presencia de flora y fauna, para que no ocasione ninguna afectación a estos componentes existentes y que sea cercano a donde se genera esta extracción minera.
- Debe evitarse el emplazamiento de estos escombros en cauces o zonas que existan cuerpos de agua, ya que puede bloquear estas riberas por el deslizamiento de estos desechos y producir una contaminación a este componente.

### 5 Medidas de prevención:

Para la prevención de los impactos negativos que puede ocasionar la acumulación de estos escombros sobre los componentes naturales se debe efectuar las siguientes condiciones:

- Realizar limpiezas en el lugar de almacenamiento temporal de los escombros antes de épocas lluviosas para evitar el estancamiento del agua o taponamiento de los canales construidos
- Contar con una pantalla vegetal colocando en el sitio donde esta almacenados los escombros, donde permita la protección de partículas de polvo que se da por la acción del viento y son emitidos al aire ocasionando un impacto a este componente.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la acumulación de los residuos sólidos generados en la mina de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-001	Página: 3 de 4
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

- Solo remover la cobertura vegetal en las áreas donde van a ser ubicados estos desechos sólidos
- No lanzar estos estériles a fuentes de agua, ya que puede producir un taponamiento o alteración a estos cauces
- No depositar los residuos de escombros en los contenedores de servicio de recolección de basura municipal.
- Concienciar y capacitar a los trabajadores sobre la disposición de los escombros generados por la mina de lastre en los lugares de almacenamiento temporal.

## 6 Medidas de recuperación:

Para recuperar o restaurar los componentes afectados se debe realizar las siguientes condiciones:

- Mantenimiento de viveros de las plantas endémicas (paja, romero) para la recuperación de la vegetación perdida por la presencia de los escombros acumulados de la minería.
- Revegetación en los terrenos perdidos de especies nativas de la zona y apropiadas para este tipo de terreno en los sitios donde están almacenados los escombros.

	Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón	
Procedimiento para la acumulación de los residuos sólidos generados en la mina de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-001	Página: 4 de 4
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 7 Equipos de protección personal

Los trabajadores deben contar con un equipo de protección adecuado para evitar problemas de salud y de seguridad que se produce por la acumulación de los escombros.

- *Mascarillas.*- evita la inhalación de contaminantes suspendidos en el aire (polvo) que perjudica las vías respiratorias, estas mascarillas llevan un standard N95 para Estados Unidos que alcanza el equivalente al FFP2 (eficacia media) o 3 (eficacia alta), ya que es eficiente hasta 10 veces el límite de exposición ocupacional local. Cuanto más alto es el número de FFP, mayor protección provee el respirador, si se usa adecuadamente.
- *Cascos.*- sirve de protección para cualquier golpe en la cabeza ocasionado por estos escombros.
- *Guantes de cuero o lona.*- ya que el trabajador requiere manipular estos desechos que son filosos y áspero, estos guantes debe ser de talla apropiada para cada trabajador y estar en buenas condiciones
- *Botas de cuero con punta de metal.*- ya que hay riesgo de una caída de estos escombros.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para el transporte de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 1de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

### 1 Objetivo:

Determinar los procedimientos adecuados para llevar acabo el transporte de los residuos sólidos generados en la minería de lastre.

## 2 Alcance:

Contar con una adecuada movilización de estos escombros, de tal manera que las personas que realicen esta actividad de trasladar estos desechos no adquieran ningún problema legal o medioambiental.

## 3 Responsable:

El responsable de este procedimiento es el Coordinador General conjuntamente con el comité de trabajo debe asignar el personal encargado de ejecutar esta actividad de transporte de residuos sólidos.

## 4 Condiciones para transportar desechos sólidos mineros:

- La recolección y transporte de desechos especiales estará sujeta a la regulación ambiental. El (los) vehículo(s) para ejecutar esta actividad deberán al menos estar equipados y ser operados de modo que cumplan su función con plena seguridad.
- El chofer que realice la actividad de transportar estos desechos debe contar con la licencia tipo E vigente y de la matrícula actualizada,
- Contar con una copia de certificación de la revisión vehicular exigido por la EMOV Cuenca
- La unidad de transporte debe estar bien identificada con la placa respectiva y en las zonas que determina la unidad municipal de transporte.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para el transporte de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 2 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

- Las volquetas donde se colocan estos escombros deben estar en perfectas condiciones libres de abolladuras
- Para el transporte de los desechos sólidos de la minería, la autoridad competente que es el Ministerio del Ambiente (MAE) y con el Acuerdo



Ministerial N°026 no exige un licenciamiento ambiental ya que estos desechos no son considerados peligrosos, además que el transporte se realiza dentro de su jurisdicción, sin que tenga validez para el resto del país.

- Mantener un registro (bitácora) de los movimientos de entrada y salida de desechos especiales en su área de almacenamiento, en donde se hará constar la fecha de los movimientos (entradas/salidas), nombre del desecho, su origen, cantidad (transferida/almacenada) y destino.

#### 4.1 Equipos de seguridad

- Poseer dentro de la unidad de transporte un extintor multipropósito de una capacidad mínima de 20 libras. Estos extintores deben ser recargado una vez al año
- Los ocupantes del vehículo debes estar con la vestimenta apropiada contando el equipo de protección personal principalmente con el uso de las mascarillas.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para el transporte de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 3 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

### 5 Procedimiento para realizar la carga de los escombros en las zonas de almacenamiento

El conductor de la unidad de transporte debe tener en cuenta la integridad del equipo diariamente para obtener una adecuada carga de estos desechos mineros y para su posterior movilización que a continuación se detallan las siguientes condiciones.

- La unidad de transporte debe ubicarse en las zonas de almacenamiento temporal de estos escombros, donde no exista ninguna interferencia con cualquier operadora o maquinaria que esté realizando sus respectivas actividades.

- El vehículo debe estar en una posición de salida rápida para aligerar sus actividades.
- Ubicar estos escombros con la capacidad requerida que posee el camión de transporte sin sobrepasar su volumen que tiene este vehículo en donde se tomaron las siguientes medidas.

Volumen del camión de transporte

$$V = h \cdot l \cdot a \quad \text{Ecuación 2}$$

Altura de la paila del camión (h) = 0.70m

Longitud de la paila del camión (l) = 3.80m

Ancho de la paila del camión (a) = 2.20m

$$V = 5.85\text{m}^3 //$$

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para el transporte de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 4 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

El límite máximo de carga que tiene este camión para estos escombros es de 5.85m<sup>3</sup> de volumen, donde no se debe sobrepasar esta cantidad para trasladar estos desechos. **Véase Fotografía N°15.**



**Fotografía N° 15. Toma de medidas del camión de carga de los residuos sólidos de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma**

Fotografías tomada por: El Autor

- Para realizar el carguío de estos escombros en el camión se necesita de la maquinaria correcta, que en este caso es la retroexcavadora o también se puede realizar manualmente para colocar el material más pequeño.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para el transporte de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 5 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 6 Movilización de los desechos sólidos mineros:

Para el transporte adecuado de estos residuos se debe realizar de acuerdo a las normas de seguridad establecidas en la sección del reglamento de la prevención y control de la contaminación por sustancias peligrosas y desechos especiales del libro VI del TULSMA.

## 6.1 Condiciones de manejo

- Los residuos especiales deben ubicarse en la volqueta de tal forma que no impida la visibilidad del conductor y la estabilidad del vehículo.
- El conductor debe estar capacitado para transportar este tipo de residuos especiales de acuerdo con el TULSMA en su libro VI.
- La unidad de transporte debe estar en un correcto funcionamiento mecánico y eléctrico.
- El conductor del vehículo no debe operar bajo sustancias psicotrópicas o con la ingesta de alcohol.
- El conductor debe controlar su velocidad ya que está transportando una carga considerable, la velocidad adecuada para movilizar estos escombros es de unos 20km/h.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para el transporte de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 6 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 7 Medidas de prevención:

- El riego con agua en las vías donde se traslada el vehículo para evitar el levantamiento del polvo.

- Limpieza periódica en las vías por donde se moviliza la volqueta con estos desechos mineros para eliminar el polvo y el material acumulado.
- Adquirir nuevas volquetas que contengan una mayor capacidad de volumen para ubicar estos escombros, reduciendo los viajes de transporte.
- Cubrir los residuos sólidos que se ubican en la volqueta mediante carpas o lonas para evitar el desprendimiento de estos escombros por la velocidad del camión o por la acción del viento.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la disposición final de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 1 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 1 Objetivo:

Definir los procedimientos que deberá implementar cualquier persona natural o jurídica que realice una adecuada disposición de estos residuos especiales (escombros), encontrando las mejores alternativas para la comunidad de Ayaloma y el cantón Nabón cumpliendo con las normativas ambientales vigentes.

## 2 Alcance:

Los estrictas normas y procedimientos que implemente la persona encargada ya sea natural o jurídica de las actividades de la disposición final, con el fin de ubicar adecuadamente este residuo, sin afectar al medio ambiente y a la salud de los trabajadores.

### 3 Responsable:

El Coordinador General conjuntamente con el comité de trabajo debe asignar el personal encargado de ejecutar esta actividad de disposición final de residuos sólidos mineros certificado ante el Ministerio del Ambiente (MAE).

### 4 Condiciones generales del lugar para una adecuada disposición final de los residuos sólidos generados por las actividades mineras:

En primera instancia los residuos sólidos de la concesión minera se destinan o se ubica a la escombrera que debe ser un lugar apropiado y destinado por el GAD de Nabón para que estos residuos no interfieran en los componentes naturales de la zona.

El lugar donde va a ser emplazado estos escombros tiene las mismas características que el área donde deben estar almacenados temporalmente estos desechos, donde el destino del lugar debe constar con las siguientes condiciones para que se pueda aprobar con el permiso adecuado por parte del Ministerio del Ambiente (MAE):

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la disposición final de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 2 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

- Estas escombreras deben poseer un terreno plano o con una pendiente mínima, ya que al tener una inclinación del terreno puede transportarse este material a componentes naturales cercanos al lugar por acciones naturales como la lluvia.
- El lugar también debe ser una zona desértica o con baja presencia de flora y fauna, para que no ocasione ninguna alteración a estos componentes.
- Debe evitarse el emplazamiento de estos escombros en cauces o zonas que existan cuerpos de agua, ya que puede bloquear estas riberas por el deslizamiento de estos desechos y producir una contaminación a este componente.
- La escombrera no se podrá establecer dentro de geoformas asociadas a valles o llanuras aluviales.

- La zona donde se emplazara la escombrera no debe contar con riesgos a deslizamientos, por presencia de taludes inestables.
- Las viviendas deben estar a una distancia mínima de 200 metros del lugar de la escombrera.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la disposición final de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 3 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 5 Diseño de Escombreras

- Se debe contar con un levantamiento topográfico inicial del área total de la escombrera, identificando las áreas vecinas, la escala horizontal y vertical, y curvas de nivel.
- se debe realizar el cálculo del volumen de la escombrera de acuerdo a la disposición final de los escombros, estos pueden ser compactados o sin compactar.
- Si existe vegetación en el lugar, se debe considerar una remoción de la cobertura vegetal, este material debe retirarse y disponerse de forma separada en áreas destinadas para posteriormente utilizar este material para uso paisajístico y recuperación final de la escombrera.
- Garantizar un drenaje adecuado para este tipo de escombreras para evitar que fluyan los líquidos generados por la presencia de estos desechos sólidos.

- Se debe realizar la construcción pozo ya que estos escombros presencian bajas concentraciones de metales pesados, donde se requiere una gestión adecuada para evitar que los metales se acumulen en los componentes naturales del lugar.
- El área del pozo de desecho debe ser geológicamente estable.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la disposición final de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 4 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 6 Procedimientos para rellenar las escombreras:

- El conductor de la volqueta que traslada los desechos debe ubicar los escombros en el pozo que es adaptablemente construido para la disposición final de estos.
- Los estériles se disponen generalmente en pilas y deben ser dispuestos de forma ordenada de abajo hacia arriba, con drenajes y taludes de inclinación adecuada para permitir la revegetación y estabilidad de la escombrera, reduciendo el riesgo de erosión y ruptura de la pila.
- La formación del pozo para la recepción de los desechos debe tener una buena permeabilidad para aceptar el desecho y ser lo suficientemente grande para recibir desechos por un tiempo razonablemente prolongado.
- Realizar estratos impermeables entre la formación de la recepción de los escombros y la superficie o agua para consumo humano existente en el subsuelo. No deben existir fracturas verticales las cuales podrían provocar que el desecho entre en contacto con el agua del subsuelo.
- Señalizar la escombrera, indicando: Nombre de la escombrera, Propietario, Duración de la obra, Uso posterior de la escombrera



- Se deberá cercar el área total de la escombrera para su debida protección

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la disposición final de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 5 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 7 Medidas de prevención:

Para prevenir impactos al entorno causados por la presencia de estas escombreras se desea realizar algunas acciones que se detallan a continuación:

- Realizar limpiezas periódicas en estos sitios de disposición final en épocas lluviosas para evitar el estancamiento del agua o taponamiento de los canales construidos
- Contar con una pantalla vegetal colocando en el sitio donde esta almacenados los escombros, donde permita la protección de partículas de polvo que se da por la acción del viento y son emitidos al aire ocasionando un impacto a este componente.
- Reducción de tamaño del material para disminuir su volumen
- No lanzar estos estériles a fuentes de agua, ya que puede producir un taponamiento o alteración a estos cauces.
- Concienciar y capacitar a los trabajadores sobre las técnicas que se deben emplear para contar con una disposición final adecuada de estos desechos.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento para la disposición final de desechos sólidos generados en la minería de lastre		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 6 de 6
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 8 Medidas de recuperación:

También se requiere plantear medidas de recuperación que ocasiona la disposición final de estos desechos que se describen en lo siguiente:

- Mantenimiento de viveros de las plantas endémicas para la recuperación de la vegetación perdida por la presencia de los escombros acumulados de la minería.
- Revegetación en los terrenos perdidos de especies nativas de la zona y apropiadas para este tipo de terreno en los sitios donde están almacenados los escombros.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento de Comunicación		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 1 de 2
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

## 1 Objetivo:

Definir la metodología para controlar e inspeccionar los documentos que se dan en cada uno de los actores del Plan de Gestión de desechos sólidos de la minería de lastre.

## 2 Alcance:

Realizar el seguimiento correspondiente que se aplica a todos los documentos tanto internos como externos del Plan de Gestión.

## 3 Responsable:

El Coordinador General conjuntamente con el comité de trabajo.

## 4 Actividades.

### 4.1 Comunicación Interna.

- Plantear un cronograma de todas las actividades que se dan con respecto a la gestión de residuos sólidos para obtener una mejor participación de todos los actores que forman este sistema.
- Informar a los participantes mediante entrega de documentos relacionados con el Plan de Gestión de residuos sólidos de la minería, y en donde puedan participar con sugerencias.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento de Comunicación		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 2 de 2
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

- Todas las comunicaciones ya sean capacitaciones, talleres o auditorias deben ser elaboradas con anticipación para el conocimiento de cada uno de los actores.
- Todo documento expresado debe ser archivado y si es posible guardarlo digitalmente.

## 4.2 Comunicación Externa.

- El Coordinador General del Plan de Gestión deberá realizar reuniones mensuales en donde participen todos los actores dando a conocer los resultados que se están dando y las nuevas reformas que se deben implementar. Contando con una participación activa y compromiso de todo el personal.
- El Coordinador establecerá los medios adecuados mediante oficios o comunicaciones para informar a las autoridades y actores del sistema.
- El Coordinador es el encargado de aprobar toda respuesta escrita a una comunicación de una parte interesada externa.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento de Auditorias y Seguimiento		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 1 de 2
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

### 1 Objetivo:

Obtener un control de la gestión de los residuos sólidos, a través de un levantamiento de información para que este sistema pueda mejorar su desempeño en un tiempo definido.

### 2 Alcance:

Este seguimiento se aplica a todo lo relacionado con el Plan de Gestión de residuos sólidos.

### 3 Responsable:

El Coordinador General.

#### 4 Actividades.

- Implementar y realizar el seguimiento, la revisión y mejoras del programa de Auditorías.
- Obtener los recursos necesarios para proveerlos de manera continua.
- Contar con el equipo auditor correspondiente.

- Establecer los objetivos de la auditoria:

- ❖ Requisitos del Plan de Gestión
- ❖ Requisitos legales reglamentarios
- ❖ Cambios en la organización y procesos.

Plan de Gestión de desechos sólidos en un yacimiento Minero de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón		
Procedimiento de Auditorias y Seguimiento		
Fecha: 2015-01-13	Código: PG-GRS-002	Página: 2 de 2
Elaborado por: Francisco Merchán G.	Revisado por:	Aprobado por:

- Determinar el responsable de la auditoria, que debe tener conocimiento en la organización técnico debido a las actividades a realizarse, y es el encargado del recurso financiero para efectuar con el programa de auditoria.
- Comunicación a todo el personal sobre el programa de auditoria.
- Elaboración sobre el informe y seguimiento, donde debe ser detallado y comprensivo de las actividades a realizarse de la auditoria.
- Realizar acciones correctoras para corregir no conformidades.
- Esta auditoria será necesario efectuarla anualmente.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 Conclusiones:

Mediante el análisis de los requisitos necesarios para elaborar un plan de gestión se identificó, que la legislación ecuatoriana vigente no considera a los residuos sólidos generados por extracción minera (escombros) como residuos peligrosos, sino como especiales debido a la cantidad o volumen que posee estos, a pesar que existe presencia de metales pesados que aunque en el caso en estudio no sobrepasa los valores máximos permisibles establecidos en la normativa, por esta razón se establecen alternativas de una gestión adecuada, sabiendo que estos residuos requieren un manejo especial.

De acuerdo al establecimiento de un diagrama funcional de actividades que se desarrollan en la minera se pudo determinar responsabilidades y obligaciones que son de importancia para la formulación del Plan de Gestión, la ejecución de los procedimientos descritos en el Plan, trae consigo nuevas opciones de desarrollo técnico (trabajo ordenado y cimentado) y social para las distintas comunidades del cantón Nabón, adquiriendo fuentes de trabajo, para definir mejoras en las estrategias para la disposición de estos residuos.

En este estudio en primer lugar se permitió la caracterización de los residuos sólidos en el cual se obtuvo que el tipo de suelo se trata de un Franco Limoso, considerando que este suelo se le puede dar un uso para el cultivo, debido a la presencia de gran cantidad de humedad que contiene, sin embargo cuando se determinó la cantidad de materia orgánica se halló que es un material poco fértil, además de contener cantidades de materiales pesados, donde se determinó que es un inconveniente para realizar estas actividades para el cultivo, por lo tanto este material debe contar con una disposición final conveniente.

Mediante la experimentación llevada a campo se pudo determinar los impactos ambientales producidos por la naturaleza de esta actividad, pudiendo identificarlos y jerarquizarlos como se realizó en la Matriz de Leopold, y es por eso que la presencia y acumulación de estos escombros no deben estar expuestos al ambiente debido a que se identificaron presencia de metales pesados al realizar su respectivo análisis, determinando cantidades de As, Cd, Hg y Pb, que ocasionaran un impacto a largo plazo, si no se le da una gestión adecuado, por lo que se debe tener un manejo con medidas seguras y apropiadas.

En la identificación de impactos generados por la actividad minera de la comunidad de Ayaloma, se logró presenciar un impacto mínimo al cuerpo de agua que esta aledaño a la minería, ya que la vertiente está a una distancia aproximadamente de 500m, existiendo un incremento sobre todo de sólidos que

puede aportar al realizar las actividades mineras en el punto 2 que está paralelo a la mina en comparación al punto 1 que se encuentra en una zona donde no se relaciona con la mina. Toda esta identificación y evaluación de impactos es de gran importancia para tomar medidas correctoras que sean de utilidad para gestionar correctamente los residuos sólidos evitando una mayor alteración a estos componentes naturales.

Mediante la elaboración de los programas del Sistema de Gestión de residuos sólidos se obtendrá una mejor disposición de los escombros aplicándose de una manera correcta y técnica, con el fin de reducir los impactos generados a los componentes naturales del lugar consiguiendo una calidad de vida adecuada para dicha comunidad.

## **5.2 Recomendaciones:**

Este estudio se realizó para una gestión adecuada de los residuos mineros, donde conste de un funcionamiento productivo y ambientalmente correcto, debido a que esta minería de lastre no cuenta con los permisos pertinentes, por lo que este es un inicio para acceder a los permisos establecidos por la entidad correspondiente (MAE) y las exigencias establecidas en la Ley Minera del Ecuador. Posteriormente este estudio debe extenderse a lo largo de todos los procesos que requiere esta actividad, ejecutando nuevos procedimientos que logren una gestión integrada en lo que es calidad, ambiente y salud y seguridad, obteniendo una minería responsable y amigable con el ambiente, resultando un gran desarrollo para la comunidad y el cantón Nabón.

Es recomendable realizar la difusión correspondiente a todos los actores que conformar la realización del Plan de Gestión de residuos sólidos para llevar a cabo un manejo correcto de estos escombros, evitando y minimizando los posibles impactos que ocasionan a los factores ambientales que se encuentran en esta zona, donde es generado principalmente por el desconocimiento que existe sobre una gestión apropiada de los desechos sólidos mineros por parte de los encargados que ubican en quebradas o en áreas no adecuadas. También resulta necesario inspeccionar periódicamente este lugar para verificar si existen anomalías en el Plan de Gestión, puesto que esto conlleva una alteración al medio.

La fundamentación teórica del Plan de Gestión de residuos sólidos para la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma, es de mucha importancia, puesto que permitirá formular medidas compensatorias para recuperar los componentes naturales que hayan sido alterados por la generación y almacenamiento de estos desechos, adquiriendo un mejor paisaje y un hábitat apropiado para las distintas



especies que se encuentran en esta zona, por eso indispensable y necesario la implementación inmediata de este Sistema de Gestión Integrado cumpliendo con las normativas ambientales existentes, para llevar procedimientos oportunos de manejo de los residuos, además de optimizar mejor los escombros gestionándoles adecuadamente no solo para la minería de esta comunidad, sino también para las demás actividades mineras que se realiza en el cantón Nabón evitando posibles impactos al ecosistema y riesgos a la salud de los pobladores en un futuro no muy lejano.



## Bibliografía:

- 1) Abel, F. A., & Yokasta, R. (2011). CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE MERCADOS EN SANTO DOMINGO OESTE, PROVINCIA SANTO DOMINGO. *redalic.org*.
- 2) ACOSTA LOYOLA, M. C. (Octubre de 2005). *PROUPUESTA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE VINCES, PROVINCIA DE LOS RÍOS - ECUADOR*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/827/1/T-ESPE-025065.pdf>
- 3) Ambiente, A. N. (2003). *Propuesta tecnica que Guía el plan de manejo integral de desechos solidos en la Isla de Ustupu*. Panama.
- 4) Archivo General del Municipio de Nabón. (2003). *Proyecto de Sistema de Agua Potable y Sanamiento de la comunidad de San Vicente de Rañas*. Nabón.
- 5)Ávila Vega, J. (s.f.). *Acidez del Suelo*. Obtenido de [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/acidez\\_suelo.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/acidez_suelo.pdf)
- 6) Berent, M., & Vedoya, D. (2006). *Modelo de Gestion Ambianta de residuos solidos urbanos*. Chaco.
- 7)Cantú, M. P., Becker, A., Bedano, J. C., & Shiavo, H. F. (07 de 07 de 2007). *Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices*. Obtenido de Ciencia del suelo: <http://www.scielo.org.ar/scielo>.
- 8)CESEMIN. (s.f.). Determinación del análisis químico de la muestra de residuos sólidos de la minería de lastre de la comunidad de Ayaloma. Cuenca.
- 9)Chile, G. d. (2001). *Estructura de un Plan de Gestión de Residuos sólidos domiciliarios*. Santiago.
- 10) Cuentas Alvarado, M. S. (27 de Julio de 2007). *Evaluación Cuantitativa del Impacto Ambiental por la actividad minera en la Rinconada Puno*. Obtenido de [http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1482/MAS\\_GAA\\_007.pdf?sequence=1](http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1482/MAS_GAA_007.pdf?sequence=1)
- 11) Enchanique, P. (2008). *RESOLUCIÓN N°002 LA DIRECCION METROPOLITANA DE MEDIOAMBIENTE*. Quito.
- 12) Espinosa, G. (2007). *matriz cuasa-efecto. La matriz de leopold*. Santiago.
- 13) Fernández Muerza, A. (09 de Octubre de 2006). *Imapacto Ambiental de la minería a cielo abierto*. Obtenido de

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2006/10/09/156236.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2006/10/09/156236.php)

- 14) Galán Huertos , E., & Romero Baena, A. (2008). *Contaminación de Suelos por Metales Pesados*. Obtenido de <http://www.ehu.eus>
- 15) Galarza Cordero, M. Á. (2011). *Legislación Ambiental del Ecuador*. Cuenca.
- 16) GARCÍA, I. A. (2012). *MANUAL DE PRACTICAS DE LA MATERIA DE EDAFOLOGIA*. Chiapas.
- 17) Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Nabón (GAD). (2012). *Plan de Desarrollo Local del Cantón Nabón*. Obtenido de [http://www.nabon.gob.ec/sitio/images/pdf/PLAN\\_DESARROLLO\\_LOCAL.pdf](http://www.nabon.gob.ec/sitio/images/pdf/PLAN_DESARROLLO_LOCAL.pdf)
- 18) Goso Aguilar, C. (2008). *Manejo de residuos solidos en mineria*.
- 19) Ley de Gestión Ambiental Libro VI Anexo 6. (s.f.). *Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de desechos sólidos no peligrosos*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/55/LIBRO%20VI%20Anexo%206%20MAnejo%20desechos%20solido%20no%20peligrosos.pdf>
- 20) Libro VI Anexo 1 de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador. (s.f.). *Norma de la Calidad Ambiental y de Descarga de Efluente: Recurso Agua*.
- 21) Libro VI Anexo 2 de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador. (s.f.). *Norma de Calidad Ambiental del recurso Suelo y Criterios de Remediación para suelo Contaminados*.
- 22) Libro VI, Anexo 4 de la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador. (s.f.). *Norma de calidad del Aire Ambiente*.
- 23) Morales Alpízar, M., & Villalta Flórez-Estrada, M. (2009). *Guía de Gestión Ambiental para Minería no Metálica*. Obtenido de [https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia\\_mineria.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_mineria.pdf)
- 24) Morales Alpízar, M., & Villalta Flórez-Estrada, M. (2011). *Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*. San José.
- 25) Nieto, I. G. (2007). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONJUNTO EXPOST DE LAS AREAS MINERAS "HERMANOS GARCIA" Y "HERMANOS GARCIA 2"*. Guayaquil.
- 26) Ochoa, J. C. (2013). *Proyecto Minería Artesanal "Galeón" Código: 690686*. Obtenido de

<https://maeloja.files.wordpress.com/2014/03/resumen-de-la-ficha-y-plan-de-manejo-galeon.pdf>

- 27) Paniagua Granada, N. M., Giraldo Suarez, E. C., & Castro Bermúdez, L. M. (Julio de 2011). *Guía para el adecuado manejo de residuos sólidos y peligrosos*. Obtenido de <http://www.envigado.gov.co>
- 28) Peralta, M. (1995). *Textura*. Chile.
- 29) Reyes Macías, J. R. (2013). *Diseño conceptual de un Sistema Experto Informático, como herramienta de apoyo en el proceso de elaboración de nuevas leyes, procedimientos, normas y reglamentos en el Ecuador*. Quito.
- 30) Runfola, J., & Gallardo, A. (24 de Septiembre de 2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. Obtenido de <http://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/0/834/834.pdf>
- 31) Salvo, A. d. (10 de Octubre de 2012). Productores rurales se resisten a la megaminería. *El Diario*.
- 32) Sánchez, J. M., & Enríquez, S. M. (1996). *Impacto Ambiental de la pequeña minería en Chile*. Santiago.
- 33) Sánchez, L. E. (2010). *Evaluación de Impacto Ambiental: Conceptos y Métodos*. Sao paulo: Ecoe Ediciones.
- 34) TULSMA. (2003). *POLITICAS BASICAS AMBIENTALES DEL ECUADOR*.
- 35) Vazquez Guillén, J. J. (2013). *Gestión Integral del Aceite Automotor Reciclable en Cuenca*. Cuenca.
- 36) Vázquez, L. B. (2013). *Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental en Ingeniería Civil*. San Vicente: ECU.
- 37) Velásquez, J. A. (2006). *Buenas Prácticas Ambientales*. Obtenido de <http://www.biblioises.com.ar/Contenido/600/620/buenas%20practicas%20sociales%20mineras%20.pdf>

## **Anexos:**

### **Anexo 1:**

#### **Constitución de la República del Ecuador:**

**Art. 3.-** Son deberes primordiales del Estado:

*Numeral 2.* Garantizar y defender la soberanía nacional.

*Numeral 7.* Proteger el patrimonio natural y cultural del país.

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 57.-** Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos:

*Numeral 6.* Participar en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales renovables que se hallen en sus tierras.

*Numeral 7.* La consulta previa, libre e informada, dentro de un plazo razonable, sobre planes y programas de prospección, explotación y comercialización de recursos no renovables que se encuentren en sus tierras y que puedan afectarles ambiental o culturalmente; participar en los beneficios que esos proyectos reporten y recibir indemnizaciones por los perjuicios sociales, culturales y ambientales que les causen. La consulta que deban realizar las autoridades competentes será obligatoria y oportuna. Si no se obtuviese el consentimiento de la comunidad consultada, se procederá conforme a la Constitución y la ley.

*Numeral 8.* Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.

**Art. 66.-** Se reconoce y garantizará a las personas:

*Numeral 27.* El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

**Art. 71.-** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

**Art. 73.-** El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

**Art. 83.-** Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:

*Numeral 3.* Defender la integridad territorial del Ecuador y sus recursos naturales.

*Numeral 6.* Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

**Art. 275.-** El régimen de desarrollo es el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socio-culturales y ambientales, que garantizan la realización del buen vivir, del sumak kawsay.

**Art. 276.-** El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

*Numeral 4.* Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

**Art. 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

*Numeral 1.* El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

*Numeral 3.* El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La

responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

**Art. 408.-** Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota.

El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

## **Anexo 2.**

### **Ley de Gestión Ambiental del Ecuador.**

**Art. 2.-**La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales

**Art. 6.-** El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas del Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales.

**Art. 28.-** Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicios de la responsabilidad civil y penal por acusaciones maliciosamente formuladas.

**Ley de Minería del Ecuador.****Capítulo II  
DE LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.****Art. 78.- Estudios de impacto ambiental y Auditorías Ambientales.-**

Los titulares de concesiones mineras, previamente a la iniciación de las actividades mineras en todas sus fases, deberán efectuar y presentar estudios de impacto ambiental en la fase de exploración inicial, estudios de impacto ambiental definitivos y planes de manejo ambiental en la fase de exploración avanzada y subsiguientes, para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, estudios que deberán ser aprobados por el Ministerio del Ambiente, con el otorgamiento de la respectiva Licencia Ambiental

Para el procedimiento de presentación y calificación de los estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental y otorgamiento de licencias ambientales, los límites permisibles y parámetros técnicos exigibles serán aquellos establecidos en la normativa ambiental vigente.

**Art. 81.- Acumulación de residuos y prohibición de descargas de desechos.**

Los titulares de derechos mineros artesanales, para acumular residuos deben tomar precauciones que eviten la contaminación del suelo, agua, aire y/o biota de los lugares donde estos se depositen, en todas sus fases incluyendo la etapa de cierre, construyendo instalaciones como escombreras, rellenos sanitarios, depósitos de relaves o represas u otras infraestructuras técnicamente diseñadas que garanticen un manejo seguro y a largo plazo.

Se prohíbe la descarga de desechos de escombros, relaves u otros desechos no tratados provenientes de cualquier actividad minera, hacia los ríos, quebradas, lagunas u otros sitios donde se presenten riesgos de contaminación.

El incumplimiento de esta disposición ocasionará sanciones que pueden llegar a la caducidad de la concesión o permiso.

**Art. 82.- Conservación de la Flora y Fauna.**

Los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental, deberán contener información acerca de las especies de flora y fauna existentes en la zona, así como realizar los estudios de monitoreo y las respectivas medidas de mitigación de impactos en ellas.

**Art. 83.- Manejo de desechos.**

El manejo de desechos y residuos sólidos, que la actividad minera produzca dentro de los límites del territorio nacional, deberán cumplir con lo establecido en la Constitución y en la normativa ambiental vigente.



**Anexo 3****TÍTULO II****POLÍTICAS NACIONALES DE RESIDUOS SÓLIDOS**

**Art. 30.-** El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales que se determinan a continuación.

**Art. 31.-AMBITO DE SALUD Y AMBIENTE.-** Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente las siguientes:

- a. Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.
- b. Impulso y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones de control y sanción, para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- c. Armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental y monitoreo de proyectos y servicios de gestión de residuos sólidos.
- d. Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica en poblaciones y grupos de riesgo relacionados con la gestión integral de los desechos sólidos.
- e. Promoción de la educación ambiental y sanitaria con preferencia a los grupos de riesgo.

**Art. 35.- AMBITO TÉCNICO.-** Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito técnico las siguientes:

- a. Garantía de la aplicación de los principios de minimización, reúso, clasificación, transformación y reciclaje de los residuos sólidos.
- b. Manejo integral de todas las clases de residuos sólidos en su ciclo de vida.
- c. Garantía de acceso a los servicios de aseo, a través del incremento de su cobertura y calidad.
- d. Fomento a la investigación y uso de tecnologías en el sector, que minimicen los impactos al ambiente y la salud, mediante el principio precautorio.

**DISPOSICIONES FINALES**

**Primera.-** El Presidente de la República encarga a los Ministerios de Salud Pública, Ambiente y de Desarrollo Urbano y Vivienda la formulación de un Plan de Inversiones, con el fin de movilizar los recursos, crear mecanismos de infraestructura institucionales para la correcta rectoría de la gestión de residuos sólidos en el país.





## **TÍTULO V**

### **REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS PELIGROSOS**

#### **CAPÍTULO I**

##### **DISPOSICIONES GENERALES**

##### **Sección II**

##### **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

**Art. 153.-** Los desechos peligrosos comprenden aquellos que se encuentran determinados y caracterizados en los Listados de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobados por la autoridad ambiental competente para la cabal aplicación de este reglamento.

#### **CAPÍTULO II**

##### **AUTORIDADES COMPETENTES**

##### **Sección I**

##### **DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE**

**Art. 155.-** El Ministerio del Ambiente (MA) es la autoridad competente y rectora en la aplicación de este reglamento. Para este efecto se encargará de:

- a) Coordinar la definición y formulación de políticas sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos en todo el territorio nacional.
- b) Expedir los instructivos, normas técnicas y demás instrumentos normativos necesarios para la adecuada aplicación de este reglamento, en coordinación con las instituciones correspondientes.
- c) Promover como objetivo principal la minimización de la generación de los desechos, las formas de tratamiento que implique el reciclado y reutilización, la incorporación de tecnologías más adecuadas y apropiadas desde el punto de vista ambiental y el tratamiento en el lugar donde se generen los desechos.
- d) Aprobar los planes, programas y proyectos, elaborados por la Unidad Técnica del MA encargada de la aplicación de este Reglamento y otras instituciones tendientes a conseguir un manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos en el país.
- e) Promover la participación de los actores involucrados en la gestión de los desechos peligrosos, en la planificación y toma de decisiones.
- f) Promover la creación y el mantenimiento de un fondo permanente con el fin de asistir en casos de emergencia ocasionados por accidentes ambientales.
- g) Fomentar el uso de tecnologías limpias que reduzcan la generación de desechos peligrosos.
- h) Determinar, actualizar y publicar los listados de desechos peligrosos.
- i) Promover y coordinar programas de capacitación en nuevas técnicas y tecnologías limpias en el ámbito nacional.

**CAPÍTULO III**  
**FASES DE LA GESTION DE DESECHOS PELIGROSOS**  
**Sección II**  
**DEL MANEJO DE LOS DESECHOS PELIGROSOS**  
**Parágrafo 1º.**  
**RECOLECCION**

**Art. 163.-** Dentro de esta etapa de la gestión, los desechos peligrosos deberán ser envasados, almacenados y etiquetados, en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores y al ambiente, siguiendo para el efecto las normas técnicas pertinentes establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) o, en su defecto por el MA en aplicación de normas internacionales validadas para el país.

**Art. 164.-** Los lugares para el almacenamiento temporal deben cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

1. Ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos y cumplir todo lo establecido en las normas INEN.
2. El acceso a estos locales debe ser restringido únicamente para personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y contar con la identificación correspondiente a su ingreso.
3. Poseer equipo y personal adecuado para la prevención y control de emergencias.
4. Las instalaciones no deberán permitir el contacto con agua.
5. Señalización apropiada con letreros alusivos a su peligrosidad, en lugares y formas visibles.